



Jaakko Dietrich, Timo Kari, Pekka Ulvila

Talviliikenteen ongelmakohteet ja tiegeometria

Esiselvitys

Tiehallinnon selvityksiä 19/2009



TIEHALLINTO
VÄGFÖRVALTNINGEN

Jaakko Dietrich, Timo Kari, Pekka Ulvila

Talviliikenteen ongelmakohteet ja tiegeometria

Esiselvitys

Tiehallinnon selvityksiä 19/2009

Kannen kuva: Pentti Valmunen

ISSN 1457-9871
ISBN 978-952-221-190-3
TIEH 3201128

Verkkojulkaisu pdf (www.tiehallinto.fi/julkaisut)
ISSN 1459-1553
ISBN 978-952-221-191-0
TIEH 3201128-v

Edita Prima Oy
Helsinki 2009

Julkaisua myy/saatavana:
asiakaspalvelu.prima@edita.fi
Faksi 020 450 2470
Puhelin 020 450 011

Tiehallinto
Keskushallinto
Opastinsilta 12A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 22 11



Jaakko Dietrich, Timo Kari, Pekka Ulvila: Talviliikenteen ongelmakohteet ja tiegeometria, esiselvitys. Helsinki 2009. Tiehallinto, Keskushallinto. Tiehallinnon selvityksiä 19/2009, 42 s. + liitt. 15 s. ISSN 1457-9871, ISBN 978-952-221-190-3, TIEH 3201128.

Asiasanat: Talvihoito, geometriamittaukset, päällysteet, liikenneturvallisuus, nopeusrajoitukset
Aiheluokka: 33, 71

TIIVISTELMÄ

Talviolosuhteet vaikuttavat huomattavasti liikenteen toimivuuteen ja liikenneturvallisuuteen. Talvihoidon keinoin ja talviajan nopeusrajoitusten avulla kesä- ja talviajan turvallisuusriskit on saatu lähemmäksi toisiaan. Talven riski korostuu kuitenkin edelleen rannikkoalueiden vilkkailla pääteillä.

Tämän työn tavoitteena oli selvittää miten tiestön kunto- ja geometriatietoja voidaan hyödyntää ja soveltaa talviliikenteen turvallisuuden ja sujuvuuden parantamiseksi. Talvihoidon tunnettuja ongelmakohteita analysoimalla pyrittiin löytämään kuntomittauksetietoihin, tiegeometriaan ja onnettomuusrekisteritietoihin perustuen lainalaisuuksia ja poikkeamia, joiden perusteella tieverkosta voidaan tunnistaa potentiaalisia ongelmakohteita talviliikenteen hoidossa erityisesti huomioon otettavaksi.

Talvihoidon ongelmakohteita kartoitettiin valitsemalla jokaisesta tiepiiristä yksi talvihoidon alueurakka. Potentiaalisia tiegeometriaan liittyviä talviliikenteen ongelmakohteita haettiin tiemestareita haastatteleamalla sekä urakoiden työkohtaisista tarkennuksista.

Haastatteluissa tunnistettiin 36 ongelmakohtaa, joista tarkempaan analyysiin valittiin 19. Lisäksi analyysiin otettiin mukaan valtatie 2:lta tunnettu sivukaltevuuteen liittyvä ongelmakohta, jossa tapahtui selvityksen laatimisen aikaan rekan suistumisonnettomuus.

Tiemestareiden haastatteluissa esille nousseet ongelmakohdat erottuivat muusta tiestöstä yhden tai useamman tiegeometriaan liittyvän tunnusluvun perusteella. Myös ongelmakohtien liikenneturvallisuus oli tietyissä kohteissa heikompaa kuin koko maan vertailuaineistossa. Selkeästi keskimääräistä suurempien kaarteisuusarvojen havaittiin kasvattavan onnettomuusastetta sekä ongelmakohdilla että koko tieverkolla.

Tässä esiselvityksessä tutkitun aineiston perusteella tiestön geometriatietoja voidaan hyödyntää talviliikenteen ongelmakohteiden tunnistuksessa ja analysoinnissa. Karkeimmat ja selvimmät tiegeometriaan liittyvät ongelmakohdat voidaan tunnistaa jo varsin yksinkertaisten mallien ja rajoitusehtojen avulla. Tarkkojen raja-arvojen asettaminen ja validointi vaatii kuitenkin esimerkkejä useista rajatapauksista. Raportissa onkin esitetty suosituksia jatkotutkimushankkeista raja-arvojen määrittämiseen ja ongelmakohteiden ja ongelmatyyppien tarkempaan ja laaja-alaisempaan kartoittamiseen liittyen.

Ongelmakohteiden tunnistaminen mahdollistaa talvihoidon resurssien tehokkaamman käytön ja kohdentamisen. Talviliikenteen sujuvuutta ja liikenneturvallisuutta voidaan edistää: 1) lisäämällä hoitourakoiden työkohtaisiin tarkennuksiin ongelmakohteiden hoitoon liittyviä erityisvaatimuksia, 2) nostamalla hoitoluokkaa yhteysväleillä, joilla on erityisen runsaasti tiegeometriaan liittyviä ongelmakohtia, 3) alentamalla nopeusrajoituksia, 4) korjaamalla ongelmakohteiden sivukaltevuuspuutteita ylläpitotoimenpiteiden yhteydessä, 5) rakentamalla ohituskaistoja valta- ja kantateiden pitkiin ylämäkiin.

SAMMANFATTNING

Vinteromständigheterna påverkar avsevärt trafikens smidighet och trafiksäkerhet. Med hjälp av vinterdriftens medel och genom hastighetssänkningar under vintertid har man minskat skillnaden mellan sommar- och vintertidens säkerhetsrisker. Vinterns risker framhävs ändå på kustområdenas livligt trafikerade huvudvägar.

Målet med den här rapporten har varit att undersöka hur man kan utnyttja vägnätets tillstånd- och geometrifakta och tillämpa dem vid förbättring av vintertrafikens säkerhet och smidighet. Vid analys av vinterdriftens kända problemobjekt försökte man på basis av vägytemätningar, väggeometri- och olycksregisterfakta hitta regelbundenheter och avvikelser, genom vilka man kan identifiera potentiella problemobjekt som måste tas i särskilt beaktande vid vinterdrift.

Problemobjekt i vinterdrift karterades genom att välja en vinterdriftentreprenad från vart vägdistrikt. Potentiella vintertrafikobjekt med problem i väggeometrin söktes genom intervjuer av vägmästare samt från preciseringar av detaljerade arbetsbeskrivningar för entreprenader.

I intervjuerna fann man 36 problemobjekt varav 19 valdes för vidare analys. Därutöver tog man med ett bekant problemobjekt med tvärfall på Riksväg 2, där en avkörningsolycka med lastbil skedde under utredningen.

Problemobjekten som kom fram vid intervjuer med vägmästare, hade ett eller flera väggeometriskt variabler vilka skilde sig från det övriga vägnätets. Problemobjektens trafiksäkerhet var också sämre på vissa objekt än genomsnittet för hela landet. Avsevärt större kurvighetsvärden ökar olycksrisken i problemobjekten samt på hela vägnätet.

På basis av data i förundersökningen undersöktes hur vägnätets geometrivärden kan utnyttjas vid identifiering och analys av vintertrafikens problemobjekt. De största och tydligaste problemen berörande väggeometrin kan identifieras redan med hjälp av enkla modeller och gränsvärden. Bestämning av precisa gränsvärden och uppdatering kräver dock exempel från ett flertal gränsfall. I rapporten visas rekommendationer för bestämning av gränsvärden i fortsatta undersökningsprojekt och för en mer vidomfattande kartering av problemobjekt och -typer.

Identifiering av problemobjekt möjliggör en mer effektivare användning och fördelning av vinterdriftens resurser. Vintertrafikens smidighet och trafiksäkerhet kan främjas genom att: 1) specialfordringar för drift av problemobjekten läggs till i de arbetsspecifika justeringarna av driftprojekt, 2) höja underhållsklassen på förbindelsesträckor som har speciellt många problem i väggeometrin, 3) sänka hastighetsgränserna, 4) reparera brister i problemobjektens tvärfall i samband med underhållsåtgärderna, 5) bygga omkörningsfilar i riksvägarnas och stamvägarnas långa uppförsbackar.

SUMMARY

Winter weather conditions have a significant impact on traffic flow and safety. With proper winter maintenance and seasonal speed limits, the gap between safety risks in summer and winter is closing. However, the risks are still higher in winter on heavily trafficked main roads in the coastal areas.

The objective of the present study was to determine how information on the condition and geometry of the road network can be utilized and applied to improve the flow and safety of winter traffic. An attempt was made to identify any laws and deviations by analysing known winter maintenance problem sites based on measurement data on the road conditions, geometry and the information stored in the accident database, which will allow identification of potential problem sites that need to be addressed in winter road maintenance.

The problems encountered in winter road maintenance were studied by selecting one regional winter maintenance area in each road district for closer analysis. Potential winter maintenance problems relating to road geometry were explored by interviewing maintenance supervisors and studying the detailed descriptions of the maintenance tasks provided in the contracts.

The interviews identified 36 problem areas, of which 19 were chosen for in-depth analysis. One of the sites analyzed related to the crossfall on Highway 2 where an articulated truck went off the road during the study.

The problems identified in the interviews with the road maintenance managers were different from the problems encountered in the rest of the road network with regard to one or more indicators relating to road geometry. Additionally, road safety at the problem sites was poorer in certain cases than suggested by the national comparison data. Clearly higher-than-average road curvatures were found to increase accident frequency both at the problem sites and throughout the entire road network.

On the basis of the material studied in this initial analysis, it is possible to make use of road geometry data for the purpose of identifying and analyzing winter traffic problems. Fairly simple simulations and restrictive conditions are enough to identify the gravest and most distinctive problems relating to road geometry. However, to be able to determine and validate accurate limit values, it would be necessary to examine more examples of borderline cases. Therefore, the report proposes recommendations for further study relating to the determination of limit values and more accurate and extensive study of problem sites and types of problems involved.

Identification of problems permits more efficient use and allocation of winter maintenance resources. The flow and safety of winter traffic can be promoted by 1) imposing special requirements regarding the maintenance of problem sites in the detailed descriptions of maintenance tasks in the contracts; 2) raising the maintenance category for road sections with an exceptionally high number of problems relating to road geometry; 3) lowering speed limits; 4) repairing crossfall flaws at problem sites in connection with regular maintenance; 5) building overtaking lanes on uphill road sections on Class I and Class II main roads.

ESIPUHE

Tässä työssä on selvitetty, miten tiestön kunto- ja geometriatietoja voidaan hyödyntää ja soveltaa talviliikenteen turvallisuuden ja sujuvuuden parantamiseksi. Lähtökohtana on ollut talvihoidon tunnetut ongelmakohteet, joita analysoimalla on pyritty löytämään tiegeometriaan ja onnettomuusrekisteritietoihin perustuen lainalaisuuksia ja poikkeamia, joiden perusteella tieverkolta voidaan tunnistaa muita potentiaalisia ongelmakohteita talviliikenteen hoidossa erityisesti huomioon otettavaksi.

Esiselvitys toteutettiin osana liikenne-, tie- ja siltatekniikan sekä hoidon ja ylläpidon tutkimusohjelmaa. Työtä ohjanneeseen ryhmään ovat kuuluneet:

Tuovi Päiviö-Leppänen, Tiehallinto (puh.joht.)
Tapani Angervuori, Tiehallinto
Jaakko Klang, Tiehallinto
Vesa Männistö, Tiehallinto
Jorma Saarelainen, Tiehallinto
Saara Toivonen, Tiehallinto

Työn toteutuksesta vastanneeseen ryhmään ovat kuuluneet:

Jaakko Dietrich, Pöyry Infra Oy
Timo Kari, Teknillinen Korkeakoulu
Pekka Ulvila, Pöyry CM Oy

Helsingissä toukokuussa 2009

Tiehallinto
Asiantuntijapalvelut

Sisältö

1	JOHDANTO	11
1.1	Tausta	11
1.2	Tavoitteet ja rajaukset	11
1.3	Lähestymistapa ja menetelmät	12
2	PALVELUTASOMITTAUKSILLA KERÄTTÄVÄT TIEDOT	14
3	HAASTATTELUT	17
3.1	Haastateltavat ja haastattelu kysymykset	17
3.2	Haastattelutulosten yhteenveto	17
4	TIEGEOMETRIAAN LIITTYVÄT ONGELMAKOHDAT	19
4.1	Ongelmakohtien luokittelu	19
4.2	Valta- ja kantateiden pitkät ylämäet	19
4.3	Seutu- ja yhdysteiden ylämäet	23
4.4	Seututeiden kaarteet	26
4.5	Pienipiirteiset seututiet	28
4.6	Valta – ja kantateiden muutoskohdat ja huono geometria	29
4.7	Seppälänahde	30
5	ONGELMAKOHTIEN LIIKENNEONNETTOMUUDET	33
5.1	Ongelmakohtien vertailu koko tieverkon aineistoon	33
5.2	Kaarteisuuden vaikutus seututeiden turvallisuuteen	36
6	TULOSTEN YHTEENVETO	39
7	SUOSITUKSET	41
8	VIITTEET	42
9	LIITTEET	43

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Talvihoidolla on huomattava merkitys koko tieliikenteen toimivuuteen. Tienpidon tavoitteena on tarjota mahdollisuudet toimiviin ja turvallisiin kuljetuksiin ja liikkumiseen myös talvikautena koko maassa ja kaikkina vuorokauden aikoina. Talviolosuhteet vaikuttavat huomattavasti liikenteen toimivuuteen sekä liikenneturvallisuuteen. Talvihoidon keinoin ja talviajan nopeusrajoitusten avulla kesä- ja talviajan turvallisuusriskit on saatu lähemmäksi toisiaan ja ne ovat nyt keskimäärin samalla tasolla. Talven riski korostuu kuitenkin edelleen rannikkoalueiden vilkkailla pääteillä.

Talvihoidon ongelmakohteista saadaan tietoa paikallisesti hoitourakoitsijoilta, tiemestareilta ja Tienkäyttäjän linjalle tulleiden palautteiden perusteella. Ongelmakohteisiin vaikuttavat useat eri seikat kuten tiegeometria, liikennemäärä, tien kunto, tieympäristö (esim. vesistöt) jne. Erityisen ongelmallisiin kohtiin pyritään vaikuttamaan talvihoidon keinoin lisäämällä hoitourakoihin työkohtaisia tarkennuksia talvihoidon täsmähoitokohteista.

Tiehallinnon tierekisterissä ja kuntotietorekisterissä on kattavat tiedot teiden geometriasta ja kunnosta. Tierekisterin geometriatietoja päivitetään vain harvoin ja osa geometriatiedoista on muuttunut esim. tienparannustoimenpiteiden yhteydessä. Sitä vastoin kuntotietorekisteriin tallennetut palvelutasomittausautoilla (PTM) mitattavat kunto- ja geometriatiedot ovat suhteellisen luotettavia. Päätiät mitataan kolmen vuoden välein ja muut tiet noin viiden vuoden kierrolla. Kuntotietojen yhteydestä tiellä tapahtuneisiin onnettomuuksiin ja liikenteen sujuvuuteen on tehty useita tutkimuksia (ks. esim. Lehtonen et al. 2005, Kelkka et al. 2007, Ihs et al. 2002, Granlund 2008). Sitä vastoin, kunto- ja geometriatietojen yhteyttä talvihoidon ongelmakohteisiin ei ole juurikaan tutkittu.

Tässä työssä selvitetään, miten tiestön geometria- ja kuntomittaustietoja voidaan hyödyntää ja soveltaa talviliikenteen turvallisuuden ja sujuvuuden parantamiseksi. Talvihoidon ongelmakohteita analysoimalla pyritään löytämään kuntomittaustietoihin, tiegeometriaan ja onnettomuusrekisteritietoihin perustuen lainalaisuuksia ja systematiikkaa, jonka perusteella tieverkolta voidaan tunnistaa potentiaalisia ongelmakohteita talviliikenteen hoidossa erityisesti huomioon otettavaksi.

1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Työn tavoitteena oli:

- Kuvata millaisia ovat tyypilliset talviliikenteen ongelmakohdat tiegeometrialtaan.
- Selvittää mitkä ominaisuusyhdistelmät ovat talviliikenteelle erityisen ongelmallisia.
- Selvittää voidaanko päällysteiden kuntomittaustietoa hyödyntää talviliikenteen turvallisuutta ja sujuvuutta tarkasteltaessa ja kehitettäessä. Jos voidaan, niin
- Kuvata mitä muuttujia ja millä tavoin näitä muuttujia ja tietoja voidaan soveltaa talviliikenteen turvallisuuden ja sujuvuuden parantamiseksi.

- Kuvata millaisia jatkotutkimuksia tulee tehdä, jotta tiegeometrialle voidaan asettaa ajodynamiikkaan ja liikenteen sujuvuuteen ja turvallisuuteen perustuvat raja-arvot.

Tarkastelun kohteena oli päälystetty tieverkko ja pääpaino oli valta- ja kantateillä. Tarkastelu rajattiin tiegeometriaan liittyviin ongelmakohtiin, joista on saatavilla luotettavia kunto- ja tiegeometriatietoja. Näin ollen, risteysalueita ja ramppoja ei tarkasteltu. Muista syistä kuin tiegeometriasta johtuvat ongelmakohdat kuten työmatkaliikenne, teollisuus, valumavedet ja koulut jätettiin tarkastelun ulkopuolelle. Myös kevyt liikenne rajattiin tarkastelun ulkopuolelle.

1.3 Lähestymistapa ja menetelmät

Talvihoidon ongelmakohteita kartoitettiin valitsemalla jokaisesta tiepiiristä yksi hoidon alueurakka piirin hoitovastaavan suositusten perusteella. Tavoitteena oli valita urakoita, joissa on havaittu talviliikenteen kannalta ongelmallisia mäkisiä ja mutkia, pääpainon ollessa valta- ja kantateillä. Potentiaalisia tiegeometriaan liittyviä talviliikenteen ongelmakohteita haettiin urakoiden työkohtaisista tarkennuksista, joita täydennettiin tiemestareiden haastatteluiden perusteella. Haastatteluissa käytettiin vakioitua haastattelupohjaa (liite 1), joka laadittiin ensimmäisestä testihaastattelusta saatujen kokemusten ja projektiryhmän kommenttien perusteella.

Haastatteluissa esille nousseet ongelmakohdat jaettiin ongelmatyyppeihin. Kustakin ongelmatyypistä analysoitiin kyseisen ongelman kannalta tärkeimmät kuntomittauksiedot ja tiegeometriatiedot ja pyrittiin tunnistamaan mahdolliset poikkeamat muuhun vastaavaan tiestöön nähden. Pienten havaintomäärien takia aineistoon ei sovitettu tilastollisia malleja, vaan tarkastelu perustui pääasiassa havaittujen poikkeamien ja yhtäläisyyksien arviointiin tilastollisten perustunnuslukujen, histogrammien, jakaumakuvien, frekvenssitaulukoiden ja profiilikuvien avulla. Tarkastelun tavoitteena oli tunnistaa ongelmatyyppien keskeisiä tekijöitä ja arvioida PTM-tietojen hyödynnettävyyttä vastaavien ongelmakohteiden tunnistuksessa.

Ongelmakohteiden arvioinnissa lähtöaineistona käytettiin:

- Tiehallinnon kuntotietorekisteriin tallennettuja 100-metrin PTM-mittauksia vuosilta 2003 - 2008
- Ongelmakohteiden viimeisimpiä 10-metrin PTM-tietoja
- Kuntotietorekisteriin tallennettuja 10-metrin PTM-mittauksia vuodelta 2008
- Kuntotietorekisteriin tallennettuja 100-metrin perustietoja (100-metrin taulu)
- Talviajan (loka–maaliskuu) onnettomuusrekisteritietoja vuosilta 2003 – 2008
- Tiekuvatietoja

Ongelmakohteiden ja onnettomuustietojen välistä yhteyttä analysoitiin vertaamalla ongelmakohtien onnettomuustiheyttä muun vastaavan tiestön onnettomuuksiin.

Koska tarkastelun kohteena olevat hoidon alueurakat valittiin tietoisesti tiegeometriaan liittyviä ongelmakohtia painottaen, ei selvityksen lähtöaineisto edusta ongelmien osalta keskimääräistä tilannetta hoidon alueurakoissa. Aineiston perusteella ei siten voida tehdä luotettavia yleistyksiä tunnettujen ongelmakohtien lukumäärästä eikä jakautumisesta talvihoidon alueurakoissa. Sen sijaan aineiston avulla voidaan analysoida tärkeimpiä tiegeometriaan liittyviä ongelmatyyppejä, niiden yhteyttä eri geometriamuuttujien kanssa ja vastaavien kohteiden esiintymistä koko tieverkolla.

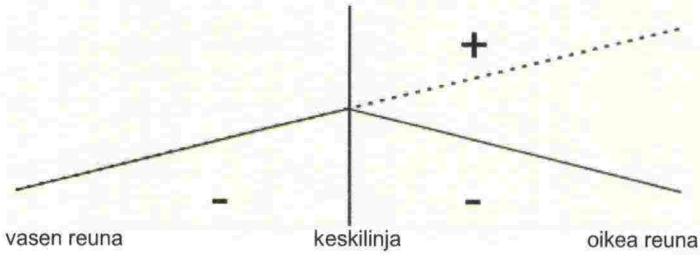
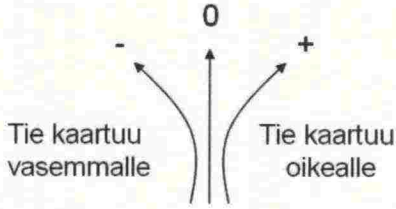
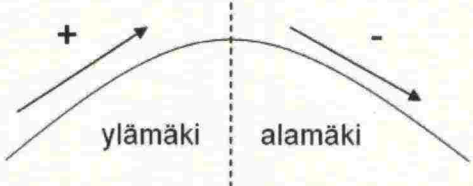
2 PALVELUTASOMITTAUKSILLA KERÄTTÄVÄT
TIEDOT

Palvelutasomittauksilla (PTM) tarkoitetaan päällystettyjen teiden lasertekniikkaan perustuvaa automaattista kuntomittausta ja tunnuslukujen tuottamista. Mittaukset tehdään liikennevirran mukana kulkevilla palvelutasomittausautoilla, jotka keräävät mittaustuloksia 17 laserilla kaistain poikkisuunnassa 3,2 m leveydeltä. Mittaushavaintoja saadaan nopeudesta riippuen pituussuunnassa alle millin välein. Vastaavasti korkeuspisteiden tarkkuus on alle 1 mm. Mittaushavainnoista lasketaan keskiarvoja ja tuotetaan useita erilaisia päällysteen kuntoon ja geometriaan liittyviä tunnuslukuja.

Taulukossa 1 on esitetty Tiehallinnon kuntotietorekisteriin talletettavat palvelutasomittauksissa kerättävät muuttujat sekä arvioitu kunkin muuttujan merkitystä ja hyödyntämismahdollisuuksia talviliikenteen sujuvuuden ja liikenneturvallisuuden kannalta.

Taulukko 1. PTM-mittauksissa kerättävät kuntotiedot ja arvio niiden merkityksestä talviliikenteen sujuvuuden ja turvallisuuden kannalta.

Muuttuja (yksikkö)	Raportointiväli	Merkitys talviliikenteen sujumisen ja liikenneturvallisuuden kannalta
IRI (mm/m)	100 m 10 m	<ul style="list-style-type: none">- Huomioon otettava muuttuja- Kuvaa tienpinnan pituussuuntaista epätasaisuutta ja sen vaikutusta auton liikkeeseen.- IRI-arvojen kasvaessa onnettomuusriski kasvaa talvella (Ihs et al. 2002)- Ei välttämättä sovellu yksittäisten ongelmakohteiden tunnistamiseen- Mitataan oikeasta ja vasemmasta ajourasta
Ura (mm)	100 m 10 m	<ul style="list-style-type: none">- Huomioon otettava muuttuja- Kuvaa tienpinnan poikkisuuntaista epätasaisuutta.- Suuret uran arvot vaikeuttava lumenpoistoa, vaikuttava polanteiden syntymiseen ja lisäävät lätäköitymisen ja mustan jään riskiä.- Ura-arvojen vaikutuksesta liikenneturvallisuuteen on osittain ristiriitaisia tuloksia. Alle 10 mm urien on todettu lisäävän ja yli 10 mm vähentävän onnettomuusriskiä talvella (Lehtonen et al. 2005). Toisaalta urilla on todettu olevan vain vähäinen vaikutus onnettomuusriskiin talvella (Ihs et al. 2002).- Raportoidaan maksimiurasyvyytenä koko kaistalla sekä poikkiprofiiliin oikealla ja vasemmalla puolella.
Vesiura (mm)	100 m 10 m	<ul style="list-style-type: none">- Huomioon otettava muuttuja- Kuvaa vesimäärää joka voi teoreettisesti pysyä tiellä poikkiprofiiliin epätasaisessa kohdassa.- Suurilla vesiuran arvoilla jään muodostuminen on todennäköisempää mikä saattaa kasvattaa suistumisriskiä.- Lasketaan erikseen vasemmasta ja oikeasta ajourasta.- Vaikutusta talviliikenteen turvallisuuteen ja sujuvuuteen ei ole tutkittu.
Harjanteen korkeus (mm)	100 m 10 m	<ul style="list-style-type: none">- Huomioon otettava muuttuja- Kuvaa urien väliin jäävän leikkaavan pinnan ja tienpinnan välistä korkeuseroa.- Suuret harjanteen arvot vaikeuttava lumenpoistoa ja vai-

		<p>kuttava polanteiden syntymiseen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vaikutusta talviliikenteen turvallisuuteen ja sujuvuuteen ei ole tutkittu.
Sivukaltevuus (%)	50 m 10 m	<ul style="list-style-type: none"> - Merkittävä muuttuja - Kuvaa kaista poikkileikkauksen poikittaissuuntaista kaltevuutta. - Sivukaltevuuspuutteet ja väärän puoleinen sivukaltevuus lisäävät suistumisriskiä talvikeleillä jyrkissä kaarteissa. Liian pienet sivukaltevuusarvot vaikuttava tien kuivatukseen ja lisäävät mustan jään riskiä. - Sivukaltevuuden etumerkki määräytyy alla olevan kuvan mukaan tierekisteriosoitteen kasvusuunnassa. Vastakaisessa suunnassa etumerkit vaihdetaan.  <p>vasen reuna keskilinja oikea reuna</p>
Kaarteisuus (1/m)	50 m 10 m	<ul style="list-style-type: none"> - Merkittävä muuttuja - Kuvaa tien horisontaalista linjausta. - Keskeinen muuttuja ajodynamiikan ja sivukaltevuuspuutteiden tarkastelussa. - Kaarteisuuden etumerkki määräytyy alla olevan kuvan mukaan.  <p>Tie kaartuu vasemmalle Tie kaartuu oikealle</p>
Pituuskaltevuus (%)	50 m 10 m	<ul style="list-style-type: none"> - Merkittävä muuttuja - Kuvaa tien pituussuuntaista kaltevuutta - Vaikuttaa teiden kuivatukseen ja jään syntymiseen. Voidaan käyttää lätäköityvien kohtien tutkimisessa vesiuuran ja sivukaltevuuden kanssa. - Keskeinen muuttuja mäkiin liittyvissä talviliikenteen sujuvuusongelmissa. Tärkeä muuttuja myös liikenneturvallisuuden kannalta, etenkin jyrkissä alamäissä. - Pituuskaltevuuden etumerkki määräytyy alla olevan kuvan mukaan.  <p>ylämäki alamäki</p>
Pituusheittoriski	100 m 10 m	<ul style="list-style-type: none"> - Mahdollisesti merkittävä muuttuja - Pituusheitto kuvaa ajoneuvon äkillistä heilahdusta tien pituussuunnassa. Pituusheittoriskillä kuvataan mahdollisten pituusheittojen lukumäärää raportointivälillä. - Heittojen vaikutus korostuu talvikeleillä, jolloin ajoneuvon hallinta voidaan menettää helpommin yllättävissä tilan-

		<p>teissa pienen kitkan takia.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pituusheittojen vaikutusta talviliikenteen turvallisuuteen ja sujuvuuteen ei ole tutkittu.
Sivuttaisheitto- riski	100 m 10 m	<ul style="list-style-type: none"> - Mahdollisesti merkittävä muuttuja - Sivuttaisheitto kuvaa tien poikkisuunnassa tapahtuvaa äkillistä muutosta. Sivuttaisheitto-riskillä kuvataan mahdollisten sivuttaisheittojen lukumäärää raportointivälillä. - Sivuttaisheitot ovat ongelmallisia raskaalle liikenteelle, mutta voivat vaikuttaa myös henkilöautoihin. - Heittojen vaikutus korostuu talvikeleillä, jolloin ajoneuvon hallinta voidaan menettää helpommin yllättävissä tilanteissa pienen kitkan takia. - Sivuttaisheittojen vaikutusta talviliikenteen turvallisuuteen ja sujuvuuteen ei ole tutkittu.
Suurin heitto	100 m	<ul style="list-style-type: none"> - Mahdollisesti merkittävä muuttuja - Suurin 10-metrin IRI-arvo raportointivälillä - Vaikutusta talviliikenteen turvallisuuteen ja sujuvuuteen ei ole tutkittu.
Vesiurari-	100 m 10 m	<ul style="list-style-type: none"> - Huomioon otettava muuttuja - Kuvaa lätäköitymisen esiintymien määrää raportointivälillä. - Vesiurari-alueilla jään jään muodostuminen on oletettavasti suurempaa. - Vaikutusta talviliikenteen turvallisuuteen ja sujuvuuteen ei ole tutkittu.
RMS epätasaisuus	100 m	<ul style="list-style-type: none"> - Todennäköisesti vain vähäinen merkitys - Kuvaa tien pinnan tasaisuutta määrätyillä aallonpituus-alueilla. - RMS-epätasaisuusarvot lasketaan seuraaville aallonpituuksille: 0,5 -1 m, 1-3 m, 3-10 m, ja 10-30 m. Muuttujat lasketaan vasemmasta ja oikeasta ajourasta. - Epätasaisuus pienillä aallonpituuksilla saattaa vaikeuttaa lumenpoistoa. - Vaikutusta talviliikenteen turvallisuuteen ja sujuvuuteen ei tiedetä.
RMS kar-	100 m	<ul style="list-style-type: none"> - Huomioon otettava muuttuja, oletettavasti vähäinen merkitys. - Kuvaa tien pinnan karkeutta seuraavilla aallonpituusalueilla: 10 - 50 mm (RMS karkea), 50 - 500 mm (RMS mega). - Megakarkeusarvoilla ja tienpintaan tiukasti kiinnittyvällä lumella saattaa olla yhteys (Sjögren 2006). - RMS karkean arvoja voidaan mahdollisesti hyödyntää mm. avointen ja huokoisten päällysteosuuksien paikantamiseen, jossa vesi ja suola pääsevät tunkeutumaan päällysteen kiviaineksen väliin (Sjögren 2006). - RMS karkean arvot vaikuttavat kitkaan, märän kelin turvallisuuteen ja meluun. Pienet ja vaihtelevat arvot lisäävät suistumisonnettomuuksia (Granlund 2008). - Lasketaan oikeasta ajourasta ja mittauspalkin keskikohdalta. - Vaikutuksista talviliikenteen turvallisuuteen ja sujuvuuteen on vain vähän tietoa. - Kokemustiedon perusteella karkeammalla päällysteellä kitka pysyy suurempana runsaiden lumisateiden alkuvaiheessa, mikä antaa lisää aikaa talvihoidon huoltotoimenpiteille.

3 HAASTATTELUT

3.1 Haastateltavat ja haastattelu kysymykset

Taulukossa 2 on esitetty lähtöaineistoksi valitut talvihoidon alueurakat. Haastateltavia pyydettiin etukäteen miettimään valitulta hoidon alueurakan alueelta talviliikenteen ongelmakohteita, jotka liittyvät tiegeometriaan. Ensimmäisesti pyydettiin tunnistamaan valta- ja kantateiden ongelmakohteita. Ongelmakohteita pyydettiin analysoimaan kyselypohjan (liite 1) avulla, joka lähetettiin etukäteen haastateltaville tutustuttavaksi ja täytettäväksi. Kyselypohjat täydennettiin puhelimitse tehtyjen alle tunnin mittauksen haastatteluiden aikana.

Taulukko 2. Lähtöaineistoksi valitut talvihoidon alueurakat

Tiepiiri	Urakka
U	Itä-Uusimaa
T	Kankaanpää
KaS	Mikkeli
H	Tampere
SK	Iisalmi
KeS	Äänekoski
V	Seinäjoki
O	Pudasjärvi-Taivalkoski
L	Rovaniemi

3.2 Haastattelutulosten yhteenveto

Haastatteluissa tunnistettiin yhteensä 36 ongelmakohtaa. Ongelmakohteista 25 liittyi tiegeometriaan ja 11 muihin talvihoidon ongelma-alueisiin (taulukko 3).

Taulukko 3. Tarkastelun kohteena olleista talvihoidon alueurakoista tunnistettujen ongelmakohtien lukumäärä ja ongelmatyypit.

Ongelmatyyppi	kpl
Tiegeometriaan liittyvät	25
mäki	17
pienipiirteisyys	2
muutoskohdat	2
kaarre	3
huono geometria	1
Muut ongelma	11
ramppi	3
liikennevalo	2
porot	2
istutukset	1
la-pysäkki	1
risteys	1
työmatkaliikenne	1
Yhteensä	36

Tiegeometriaan liittyvistä ongelmakohteista 20:stä oli saatavilla kuntotietoja. Viisi kohdetta liittyi mittaussuuntaa vastakkaisen suunnan mäkiin, joissa ei ollut tehty PTM-mittauksia. Yksi ongelmakohte koski moottorien mutkaa, jota ei ollut paikannettu. Koska moottoriteiltä tuli vain yksi havainto ja moottoriteiden geometriaa ja turvallisuutta on käsitelty useissa muissa tutkimuksissa (esim. Kelkka et al. 2007), rajattiin kyseinen kohde tarkastelun ulkopuolelle. Yhteensä analysoitavia kohteita saatiin 19 kpl (taulukko 4).

Taulukko 4. Analysoitavat ongelmakohteet.

Tiepiiri	Urakka	Tie	Aosa	Aet	Tyyppi
V	Seinäjäki	3	239	0	mäki
KeS	Äänekoski	4	310	3000	mäki
L	Rovaniemi	4	502	900	mäki
L	Rovaniemi	4	447	3600	mäki
SK	Iisalmi	5	221	1100	mäki
O	Pudasjärvi-Taivalkoski	20	27	5400	mäki
O	Pudasjärvi-Taivalkoski	20	27	7900	mäki
L	Rovaniemi	82	1	4700	mäki
U	Itä-Uusimaa	167	12	1400	mäki
U	Itä-Uusimaa	167	12	3500	mäki
SK	Iisalmi	563	5	0	mäki
U	Itä-Uusimaa	1605	4	500	mäki
U	Itä-Uusimaa	167	12	0	pienipiirteisyys
KeS	Äänekoski	627	9	3100	pienipiirteisyys
SK	Iisalmi	5	219	2000	muutoskohdat
T	Kankaanpää	44	19	0	muutoskohdat
U	Itä-Uusimaa	167	12	5700	kaarre
U	Itä-Uusimaa	167	14	4100	kaarre
KaS	Mikkeli	5	133	500	geometria

Pääosa tiegeometriaan liittyvistä ongelmista koski valta- ja kantateiden ylämäkiä. Vaikka valta- ja kantateiden pitkiä ja jyrkkiä alamäkiä pidetään myös ongelmallisena raskaalle liikenteelle, yhtään tällaista osuutta ei noussut esiin tässä tutkimuksessa. Osassa ongelmakohteita oli pitkiä alamäkiä, mutta näitä kohtia ei ollut tunnistettu ongelmallisiksi tai niistä ei ollut saatavilla kunto-mittaustietoja. Myöskään sivukaltevuuteen liittyviä ongelmia ei juuri tuotu esiin.

Oletettavasti tiemestareille tulevasta palautteesta iso osuus liittyy juuri valta- ja kantateiden ylämäkien sujuvuusongelmiin ja vastaavasti sivukaltevuuspuutteista ja alamäistä annetaan suhteellisesti vähemmän palautetta. Ylämäkien ongelmakohdat koskettavat liikenteen ruuhkautuessa välillisesti useita tienkäyttäjiä. Alamäissä ja sivukaltevuuden ongelmakohdissa vastaavaa ilmiötä ei esiinny. Tämä voi osaltaan vaikuttaa siihen, että tiemestarit kokevat juuri valta- ja kantateiden ylämäet ongelmallisempina.

Suurimmaksi osaksi ongelmakohteille ei pystytty esittämään haastatteluissa tarkkaa tieosoitetta, vaan tieosoite määritettiin jälkikäteen kuntotietojen ja mm. tiekuvien avulla. Pääasiallinen syy menettelyyn oli se, että ongelmakoh-tien tarkkaa tierekisteriosoitetta ei useastikaan tiedetä ja paikannus vaati käynnin kohteella tai kuntotietoihin perustuvaa analyysiä. Kohteiden paikan-nus, ongelmien kuvaaminen ja erillissyiden poistaminen ja huomioiminen on melko työlästä, mikä kannattaa huomioida vastaavia ongelmakohteita ana-lysoitaessa.

4 TIEGEOMETRIAAN LIITTYVÄT ONGELMAKOHDAT

4.1 Ongelmakohtien luokittelu

Tiegeometriaan liittyvät ongelmakohteet jaettiin kuuteen luokkaan:

- valta- ja kantateiden pitkät ylämäet, 8 kpl
- seutu- ja yhdysteiden ylämäet, 4 kpl
- seututeiden kaarteet, 2 kpl
- pienipiirteiset seututiet, 2 kpl
- valta- ja kantateiden muutoskohdat, 2 kpl
- pääteiden huono geometria, 1 kpl

Koska sivukaltevuuteen liittyviä ongelmakohteita ei noussut esille haastatteluissa, otettiin analyysiin mukaan valtatie 2:lta tunnettu ongelmakohta (vt 2/38/Seppälänahde), jossa tapahtui rekan suistumisonnettomuus selvityksen laatimisen aikaan.

4.2 Valta- ja kantateiden pitkät ylämäet

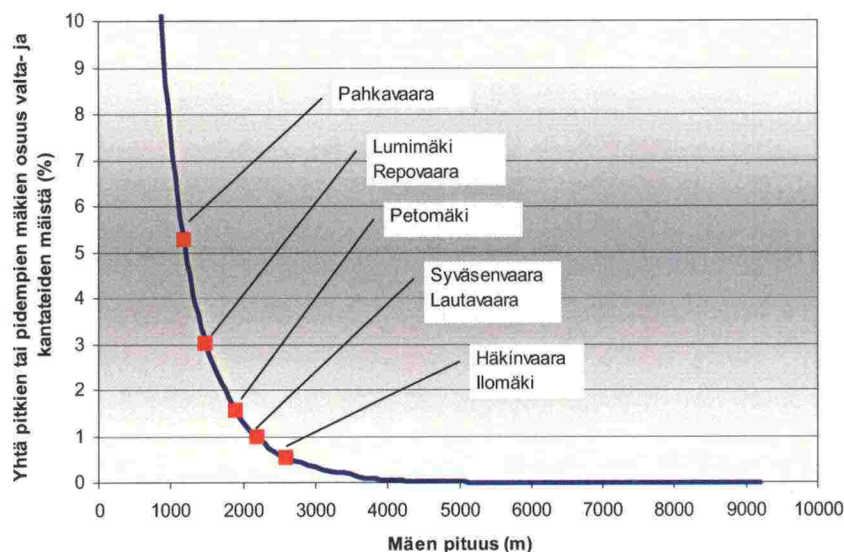
Valta- ja kantateiden ylämäet aiheuttavat ongelmia ensisijaisesti raskaalle liikenteelle. Raskaiden ajoneuvojen vauhti pienenee ja ne jäävät kiinni mäkiin aiheuttaen sujuvuusongelmia. Haastatteltavien mukaan mäet aiheuttavat ongelmia erityisesti kelinmuutostilanteissa, -5 ... +5 asteen lämpötiloissa ja lumisateella. Myös mäkiosuuksille tyypillisten kallioleikkausten ja niihin liittyvien valumavesien todettiin aiheuttavan ongelmia.

Taulukossa 5 on esitetty valta- ja kantateiden mäkiin liittyvät haastatteluissa esiin tulleet ongelmakohdat.

Taulukko 5. Haastatteluissa tunnistetut valta- ja kantateiden ylämäkien ongelmakohdat.

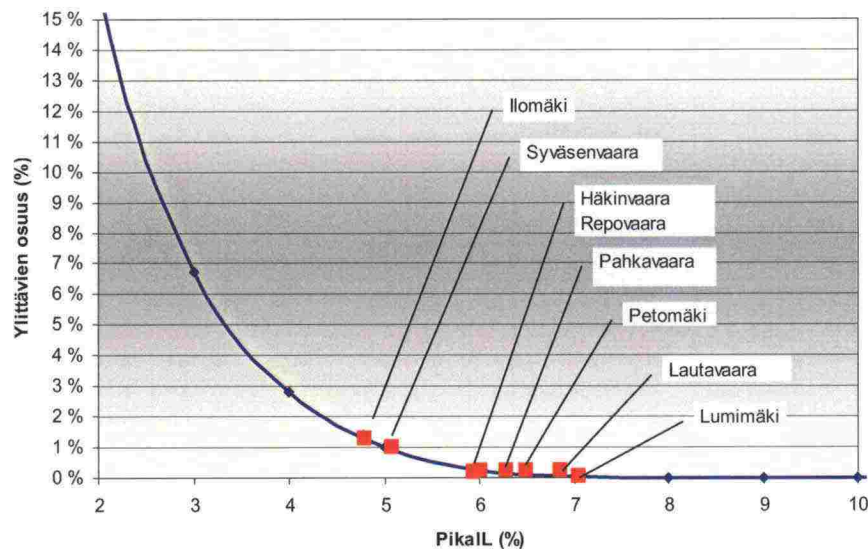
Tiepiiri	Tieosoite	Kommentti	Mäen pituus	Ajoradan leveys	Hoito-luokka	KVL	KVL_RAS
V	3/239/0	Ilomäki	2600	7,0	I	2070	227
KeS	4/310/3000	Petomäki	1900	10,8	I	5812	777
L	4/447/3600	Häkinvaara	2600	7,0	Ib	4781	456
L	4/502/900	Syväsenvaara	2200	7,0	Ib	10513	665
SK	5/221/1100	Lumimäki	1500	7,0	Ib	2602	311
O	20/27/7900	Repovaara	1500	7,0	Ib	1864	208
O	20/27/5400	Pahkavaara	1200	7,0	Ib	1864	208
L	82/1/4700	Lautavaara	2200	6,0	Ib	1371	119

Ongelmakohteiden mäet ovat poikkeuksellisen pitkiä (kuva 1). Valta- ja kantateilla on noin 20 000 märkeä, eli kohtaa, joissa pituuskaltevuuden arvo on yli 0,2 %. Kaikilla ongelmakohteilla mäen pituus on suurempaa kuin 1200 metriä. Vähintään yhtä pitkiä mäkiä on valta- ja kantateilla vain hieman yli 5 %.

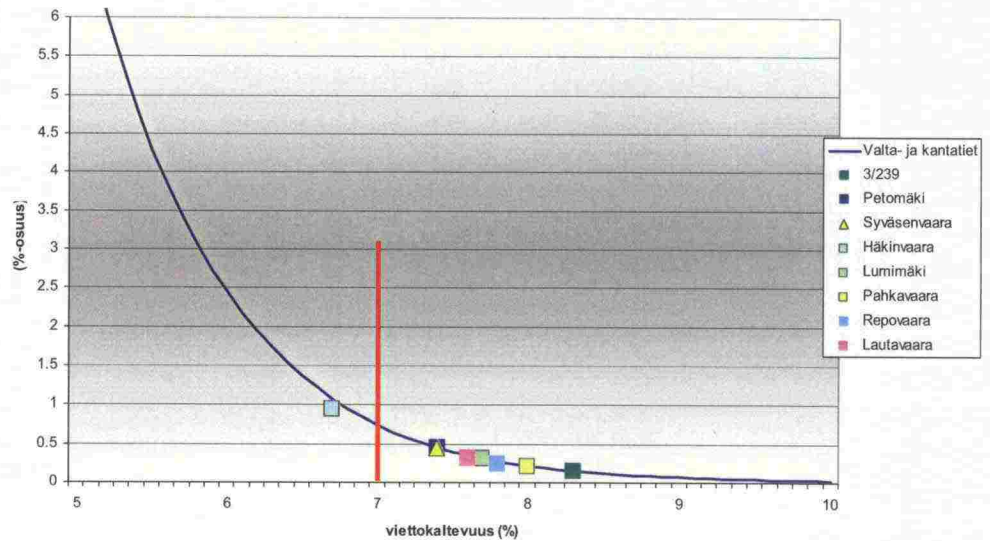


Kuva 1. Valta- ja kantateiden yli 0,2 % ylämäkien pituusjakauma. Ongelmakohteiden mäkipituudet on esitetty punaisella. Ongelmakohtia vastaavia mäkiä on suhteellisen vähän valta- ja kantateilla.

Ongelmakohteet ovat poikkeavia myös mäen jyrkkyyden (kuva 2) ja viettokaltevuuden (kuva 3) suhteen. Kaikilla ongelma-alueilla pituuskaltevuus ylitti arvon 4,5 %. Yhtä jyrkkiä satametrisiä on PTM-mittausaineistossa valta- ja kantateiden ylämäissä vain 900 kpl. Vastaavasti viettokaltevuuden 7 % ohjearvon ylittää vain 0,7 % valta- ja kantateiden tiestöstä (10-metrin data).



Kuva 2. Valta- ja kantateiden 100-metrinen pituuskaltevuusjakauma (PikaIL > 0). Ongelmakohteiden pituuskaltevuuksien maksimit on esitetty punaisella. Ongelmakohteet poikkeavat selvästi muusta tiestöstä.

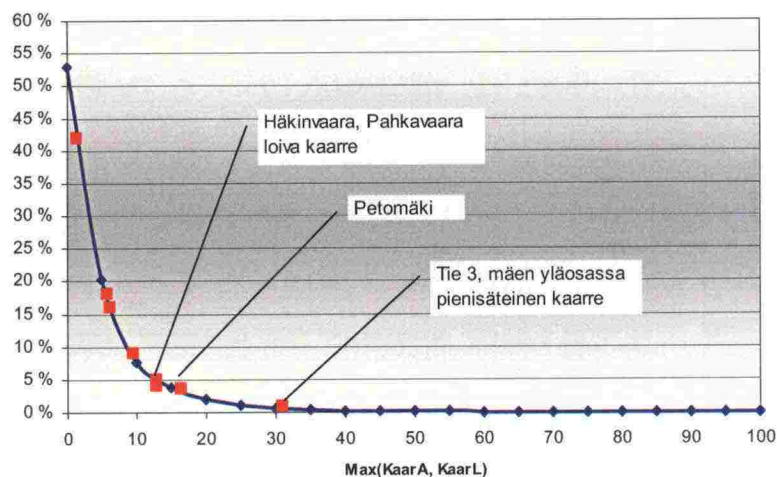


Kuva 3. Valta- ja kantateiden 10-metrinen viettokaltevuusjakauma ja ongelmakohtien viettokaltevuuksien maksimi-arvot. Ohjearvojen mukainen maksimi on esitetty punaisella viivalla. Ongelmakohteet poikkeavat muusta tiestöstä.

Kaarteisuuden osalta kohteet poikkeavat toisistaan (kuva 4). Tien 3 ongelmakohteessa on mäen päällä pienisäteinen kaarre. Kohde poikkeaa kaarteisuuden osalta selvästi muusta tiestöstä. Myös Häkinvaaran, Pakkavaaran ja Petomäen kohteissa on loivat kaarteet. Sitä vastoin, muut ongelmakohteet eivät poikkeaa kaarteisuuden suhteen merkittävästi muusta tiestöstä.

Ongelmakohteista saadut esimerkit viittaavat siihen, että kaarteisuus ei ole tärkein eikä välttämätön tekijä pääteiden mäkien ongelmakohteissa. Kaarteisuus saattaa kuitenkin vaikeuttaa tilannetta joissakin ylämäissä.

Tärkeimpien kuntomuuttujien (iri, ura, vesiura, harjanteen korkeus, sivuttais- ja pituusheittoriskit sekä suurin heitto) osalta ongelmakohteet eivät eronneet merkittävästi muusta valta- ja kantatiestöstä. Ainoastaan Lautavaaran mäestä suurin heitto (suurin 10-metrin iri-arvo sadalla metrillä) sai verrattain suuren arvon yhdellä satametrisellä.



Kuva 4. Valta- ja kantateiden satametristen kaarteisuusjakauma. Ongelmakohteiden arvot on esitetty punaisella.

Edellä olevan perusteella, tässä selvityksessä esille nousseille valta- ja kantateiden ongelmakohteille yhteiset tärkeimmät tekijät ovat:

- ylämäen pituus on yli 1200 m
- pituuskaltevuus on vähintään 4,5 %
- viettokaltevuus on vähintään 7 %

Ainoastaan mäen pituutta ja pituuskaltevuutta hyödyntämällä voidaan jo tunnistaa varsin rajallinen määrä vastaavia potentiaalisia ongelmakohteita muualla tiestöllä.

Taulukossa 6 on esitetty valta- ja kantateiden mäkien jakautuminen mäen pituuden ja pituuskaltevuuden suhteen. Ylämäkiä joissa pituuskaltevuus on vähintään 4,5 % ja mäen pituus on vähintään 1200 m on 120 kappaletta. Nämä kriteerit täyttävien potentiaalisten ongelmakohteiden jakautuminen tiestölle on esitetty liitteessä 2.

Em. kriteerit täyttävien kohteiden jakautuminen tiestölle vastaa Kaakkois-Suomea lukuun ottamatta melko hyvin olemassa olevaa ennakkokäsitystä. Kohteet keskittyvät Hämeen ja Keski-Suomen tiepiirien alueelle sekä Savo-Karjalan tiepiirin pohjoisosaan ja Oulun tiepiirin eteläosaan. Lapissa kohteet jakautuvat melko tasaisesti päätieverkolle. Länsirannikolta ja Kaakkois-Suomesta ei vastaavia pitkiin mäkiin liittyviä ongelmakohteita juuri löydy.

Potentiaalisia ongelmakohteita tarkasteltiin yksityiskohtaisemmin Keski-Suomen tiepiirin alueella. Mallin ehdottamat ongelmakohteet vastasivat yksittäistä poikkeamaa lukuun ottamatta olemassa olevaa käsitystä valta- ja kantateiden pitkiin mäkiin liittyvistä ongelmakohdista.

Taulukko 6. Valta- ja kantateiden ylämäkien lukumäärä mäen pituuskaltevuuden maksimin ja mäen pituuden suhteen. Ongelmakohteita vastaavat arvoyhdistelmät on esitetty tummennetulla pohjalla. Vastaavia ylämäkiä on valta- ja kantateillä 120 kappaletta.

Mäen pituus vähintään, m	Pituuskaltevuuden maksimi vähintään, %							
	0	1	2	3	4	5	6	7
100	20332	15510	7700	3885	1843	864	315	91
200	11532	10270	5620	2938	1435	703	275	81
300	8203	7696	4695	2565	1266	615	244	70
400	6343	6079	3843	2153	1105	532	214	61
500	4883	4729	3112	1782	924	441	175	46
600	3897	3797	2554	1490	774	367	149	39
700	3065	2995	2064	1216	627	313	134	36
800	2485	2441	1694	1000	526	260	108	28
900	1960	1928	1355	812	440	221	94	24
1000	1588	1565	1116	665	352	173	72	17
1100	1292	1274	924	539	287	143	61	15
1200	1069	1054	777	459	246	120	49	12
1300	871	857	645	374	196	94	41	11
1400	743	732	556	331	178	83	35	9
1500	615	605	465	281	147	66	23	6
1600	520	514	394	238	121	50	16	4
1700	436	431	338	202	106	41	14	4
1800	377	372	289	177	96	38	14	4
1900	316	312	235	143	75	30	10	4
2000	266	262	199	121	63	23	7	2
2100	225	223	173	106	55	21	7	2
2200	198	196	154	96	51	20	7	2
2300	175	173	134	83	41	14	4	2
2400	143	141	112	71	39	13	4	2
2500	121	120	95	61	35	10	3	2
2600	108	107	84	55	32	10	3	2

Tunnistettujen ongelmakohteiden mäet ovat poikkeuksellisen pitkiä ja jyrkkiä. Todennäköisesti ongelmia ilmenee jo esitettyä lyhyempien ja loivempien mäkien yhteydessä. Lisäksi oletettavaa on, että ongelmakohteisiin liittyvät pituuskaltevuuden maksimi ja mäen pituuden raja-arvo riippuvat toisistaan. Ts. jos mäki on riittävän pitkä, ei sen tarvitse olla kovin jyrkkä aiheuttaakseen ongelmia. Vastaavasti myös lyhyt mäki saattaa olla ongelmallinen, jos se on riittävän jyrkkä. Näiden ongelmakohteiden tunnistamiseksi edellä esitettyjä kriteerien raja-arvoja tulisi iteroida ja tarkentaa ongelmakohteita edustavien rajatapauksen avulla. Raja-arvoja voidaan validoida esim. käymällä läpi mallin ehdottamia rajatapauksia tiemestareiden ja ammattikusien haastatteluiden ja asiakaspalautteiden avulla. Potentiaalisten kohteiden määrän kasvaessa kannattaa malliin lisätä myös muita rajoittavia tekijöitä, kuten liikennemäärä, raskaan liikenteen osuus ja ohituskaistat.

Valta- ja kantateiden ongelmalliset pitkät ylämäet erottuvat muusta tiestöstä pituuskaltevuuden, mäen pituuden ja viettokaltevuuden suhteen. Vastaavia ongelmakohteita voidaan tunnistaa melko helposti PTM-tietojen avulla.

4.3 Seutu- ja yhdysteiden ylämäet

Seututeiden mäet aiheuttavat ongelmia ensisijaisesti raskaalle liikenteelle. Koska ohittaminen on vaikeaa kapeilla teillä, aiheuttavat mäet sujuvuusongelmia myös muulle liikenteelle. Haastateltavien mukaan ongelmakohteisiin vaikuttavia keskeisiä tekijöitä ovat teiden mutkaisuus, pienipiirteisyys sekä suuri liikennemäärä ja raskaan liikenteen osuus.

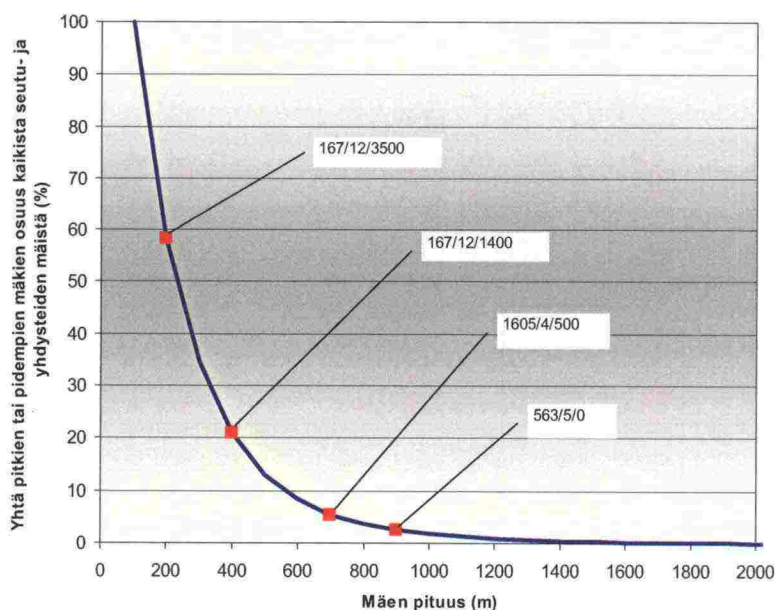
Taulukossa 7 on esitetty seututeiden mäkiin liittyvät haastatteluissa esiin tulleet ongelmakohtat.

Taulukko 7. Haastatteluissa tunnistetut seututeiden ylämäkien ongelmakohteet.

Tiepiiri	Tieosoite	Mäen pituus	Ajoradan leveys	Hoito-luokka	KVL	KVL_RAS
U	167/12/1400	400	6,0	I	655	99
U	167/12/3500	200	6,0	I	655	99
SK	563/5/0	900	6,6	II	668	59
U	1605/4/500	700	6,0	Ib	635	31

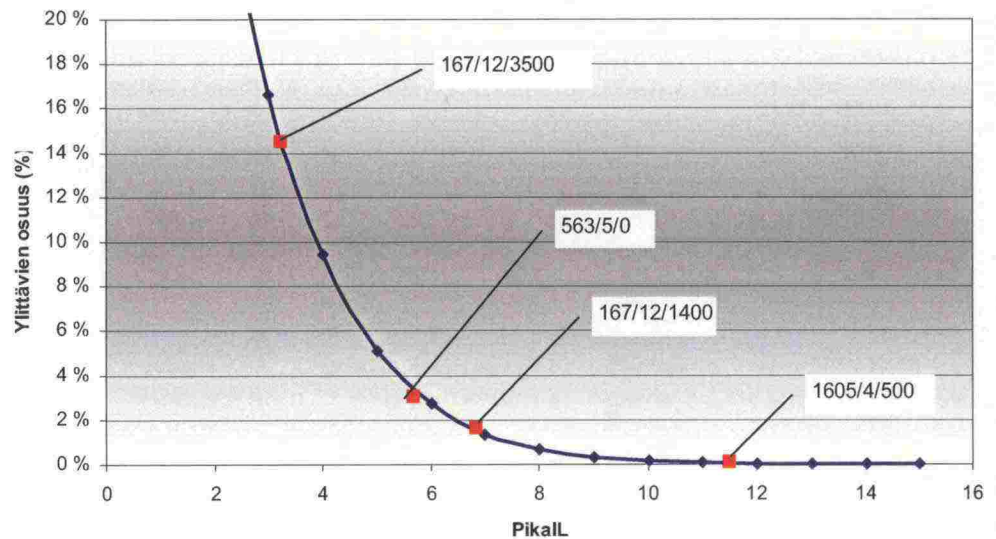
Seututeiden mäkiin liittyvä ongelmakohtat eivät muodosta yhtenäistä joukkoa, vaan eroavat ominaisuuksiltaan toisistaan. Tien 167 mäet ovat verrattain lyhyitä ja niihin liittyy suhteellisen jyrkkä kaarre. Mäet kuuluvat pienipiirteiselle tieosuudelle, jossa henkilöautoilla on vaikeuksia päästä ohi mäkiin juuttuneesta raskaasta liikenteestä. Tien 563 mäki on pitkä, verrattain suora ja kuuluu hoitoluokkaan II. Haastateltavan mukaan lumipinnan pieni kitka aiheuttaa tässä mäessä ongelmia raskaille ajoneuvoille. Tien 1605 mäki on melko pitkä ja siihen liittyy lisäksi myös jyrkkä kaarre.

Kuvassa 5 on esitetty seutu- ja yhdysteiden ylämäkien pituusjakauma. Seutu- ja yhdysteillä on yhteensä noin 58 000 ylämäkeä, eli kohtaa joissa pituuskaltevuuden arvo ylittää 0,2 %. Teiden 1605 ja 563 ongelmakohteiden mäissä mäen pituus on mahdollinen selittävä tekijä. Tien 167 mäet eivät poikkea pituudeltaan merkittävästi seutu- ja kantateiden muista mäistä.



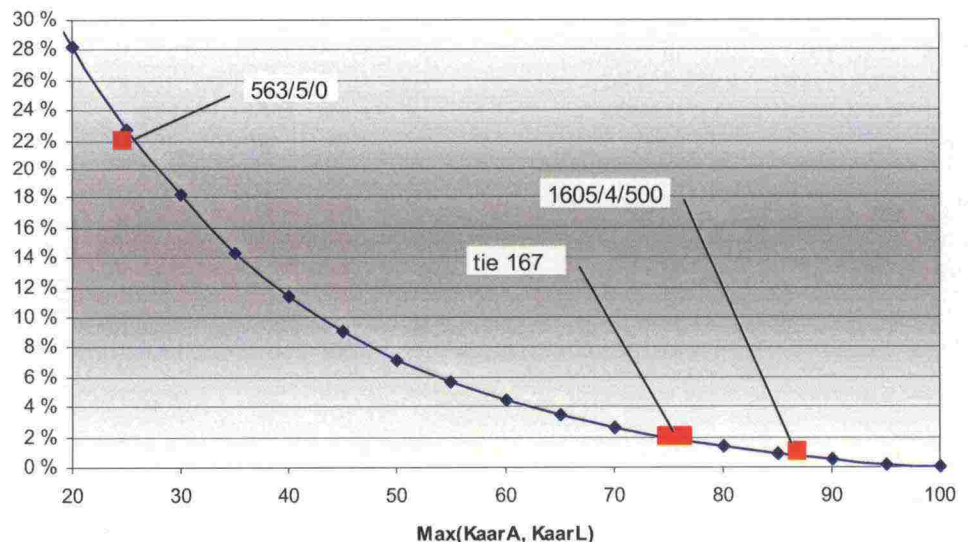
Kuva 5. Seutu- ja yhdysteiden ylämäkien pituusjakauma. Ongelmakohteiden mäkipituudet on esitetty punaisella.

Pituuskaltevuuden suhteen ongelmakohteet poikkeavat muista seutu- ja yhdysteiden ylämäkiosuuksista kohdetta 167/12/3500 lukuun ottamatta (kuva 6). Kun tarkastellaan PTM-mittausaineiston seutu- ja yhdysteiden ylämäkien satametrisiä, ylittää niistä vain kolme prosenttia pituuskaltevuuden arvon 5,5 %.



Kuva 6. Seutu- ja yhdysteiden 100-metrinen pituuskaltevuusien jakauma (PikalL > 0). Ongelmakohteiden pituuskaltevuusien maksimit on esitetty punaisella.

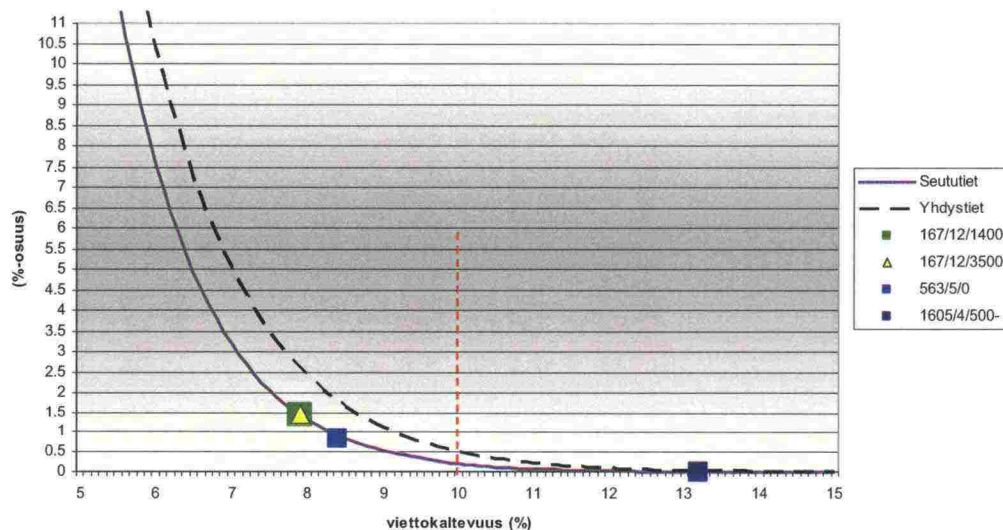
Kaarteisuuden suhteen ongelmakohteet poikkeavat muusta seutu- ja yhdysteiden tiestöstä tien 563 mäkeä lukuun ottamatta (kuva 7). PTM-aineistossa on seutu- ja yhdysteillä alle 7 000 satametrinä, joilla kaarteisuus on suurempaa kuin 75. Mäkien kaarteisuusarvoissa on huomioitu tieosuusien kaarteisuusarvot 500 metriä ennen ja jälkeen varsinaisia ylämäkiosuuksia.



Kuva 7. Seutu- ja yhdysteiden kaarteisuusarvojen maksimien jakauma. Mäkien kaarteisuusarvojen maksimit on esitetty punaisella.

Ongelmakohteiden viettokaltevuudet ovat muuhun tiestöön nähden suuria (kuva 8). Lisäksi tiellä 1605 olevan mäen viettokaltevuus ylittää selvästi tien suunnitteluohjeiden mukaisen 10 % maksimiarvon. Yhteensä viettokaltevuuden ohjearvon ylittäviä 10-metrisiä on PTM-aineistossa seututeillä alle 0,2 % ja yhdysteillä 0,4 %.

Vaikka esimerkkinä olleiden ongelmakohteiden viettokaltevuudet ovat melko suuria, ei vastaavia ongelmakohtia voida tunnistaa yksinomaan viettokaltevuu- den perusteella. Viettokaltevuu- den lisäksi ongelmakohtiin liittyy muita merkittäviä tekijöitä, kuten kaarteisuus joka ei välttämättä näy viettokalte- vuusarvoissa. Viettokaltevuu- tta voidaan kuitenkin hyödyntää potentiaalisten kohteiden tunnistuksessa muiden geometriatunnuslukujen apuna.



Kuva 8. Seutu- ja yhdysteiden viettokaltevuuksien jakaumat ja ongelmakohtien viettokaltevuuksien maksimi-arvot. Tiesuunnitteluohjeiden mukainen 10 % maksimi-arvo on esitetty punaisella katkoviivalla.

Seututeiden ylämäkien ongelmakohteet jakautuvat useampaan ongelmatyyp- piin. Ongelmakohtia esiintyi pitkissä mäissä, lyhyissä ja jyrkissä mäissä sekä mäkien ja kaarteiden yhdistelmissä. Otoksen perusteella ongelmakoht- teet poikkeavat geometrialtaan muusta vastaavan luokan tiestöstä. Saman tyyppisiä kohteita voidaan hyvin todennäköisesti tunnistaa PTM- mittausdatasta mäen pituuden, pituuskaltevuuden maksimi-arvojen, kaartei- suuden maksimi-arvojen ja viettokaltevuu- den avulla.

Koska havaintoja oli verrattain vähän ja lisäksi ongelmakohteet poikkeavat toisistaan, ei havaintojen perusteella voida tehdä yleistys- iä mahdollisista raja-arvoista. Ongelmakohteiden tunnistukseen käytettävien mallien validoin- ti vaatii useita esimerkkejä kustakin ongelmatyypistä.

4.4 Seututeiden kaarteet

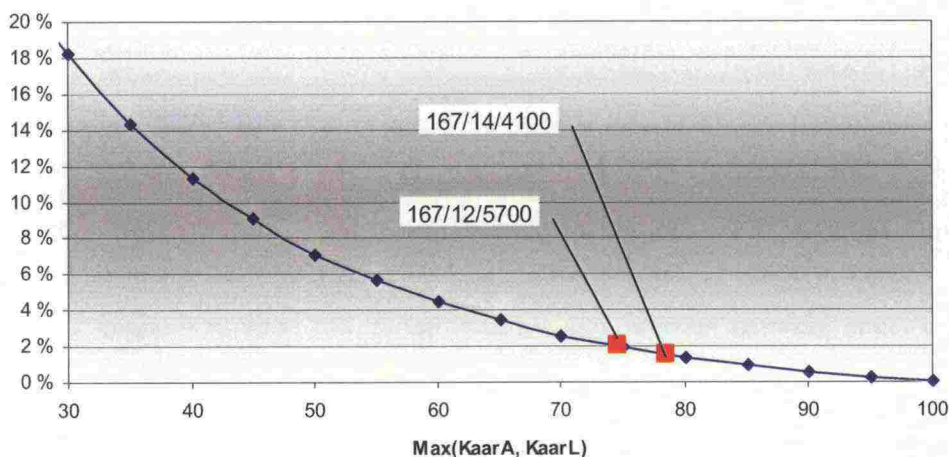
Haastatteluissa nousi esille kaksi seututeiden kaarteisiin liittyvää ongelmakohtaa (taulukko 8).

Taulukko 8. Haastatteluissa tunnistetut seututeiden ongelmalliset kaarteet.

Tiepiiri	Tieosoite	Kaarteisuuden maksimi	Viettokaltevuu- den maksimi	Ajoradan leveys	Hoito- luokka	KVL	KVL_ RAS
U	167/12/5700	75	10	6,0	I	655	99
U	167/14/4100	79	4	6,5	I	655	99

Haastattelun perusteella tieosalla 14 olevan kaartein jälkeen on liikennetilaa kaventava silta ja mittausuunnassa on tapahtunut useita ulosajoja. Tieosalla 12 olevaan kaarteeseen ei haastatteluiden perusteella liittynyt erityisyyttä.

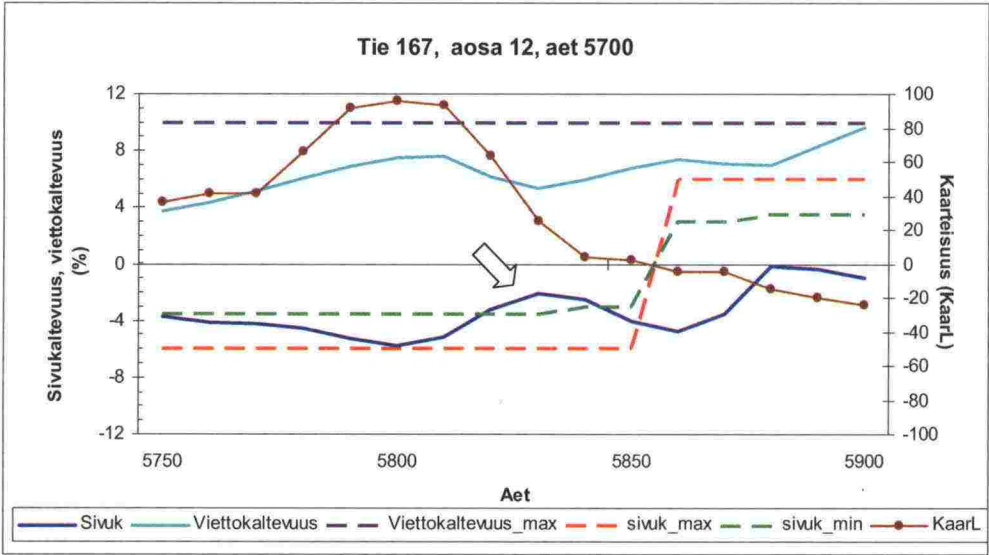
Kuten oletettavaa on, ongelmakohtat poikkeavat kaarteisuuden suhteen muusta tiestöstä. Vain kahdella prosentilla (8600 kpl) seututeiden satametriseistä on yhtä jyrkkä tai jyrkempi kaarre (kuva 9).



Kuva 9. Seutu- ja yhdysteiden kaarteisuusarvojen maksimien jakauma. Ongelmakohtien arvot on esitetty punaisella.

Tieosan 12 ongelmakohteen viettokaltevuu- den maksimi ylittää seutu- ja yhdysteiden 10 % ohjearvon. Tieosan 14 ongelmakohtat viettokaltevuu- den maksimi (4 %) sitä vastoin ei poikke merkittävästi muusta vastaavasta ties- töstä.

Jyrkissä kaarteissa liian pienet tai vääränpuoleiset sivukaltevuu- den arvot erityisen ongelmallisia. Poikkeamat korostuvat talvikeleillä, kun tienpin- nan kitka on pieni. Molemmat ongelmakohteet ovat poikkeavia myös sivukal- tevuu- den suhteen. Tieosan 14 kaarteessa sivukaltevuu- den ylittää suunnitte- luohjeiden 6 % maksimi- arvot. Tieosalla 12, kaartein jyrkimmässä kohdassa sivukaltevuu- den on oikean suuntainen ja lähellä sallittua maksimi- arvoa. Kaar- teen loppuosassa, kahdella viimeisellä kymmenmetrisellä, sivukaltevuu- den kuitenkin pienenee (arvo kasvaa) liian nopeasti kaarteisuuteen nähden (kuva 10).



Kuva 10. Jyrkkä kaarre tiellä 167. Sivukaltevuus poikkeaa ohjearvoista kaarten loppuosassa. Poikkeamakohta on osoitettu nuolella.

Huomattavaa on, että seutu- ja yhdysteillä on varsin paljon sivukaltevuuteen liittyviä puutteita ja poikkeamia. Tarkastelun kohteena olevista ongelmakohdista erityisen tekee lähinnä suuret kaarteisuuden arvot. Jyrkissä kaarteissa suhteellisen pienetkin poikkeamat sivukaltevuuden arvoissa ovat merkityksellisiä.

Seututeiden jyrkkiin mutkiin liittyvät ongelmakohdat poikkeavat muusta tiestöstä kaarteisuuden suhteen. Ongelmakohtiin liittyi lisäksi poikkeavat sivukaltevuuden arvot. Esimerkkien perusteella seututeiden ongelmallisia kaarteita voidaan analysoida ja hyvin todennäköisesti myös tunnistaa PTM-tietojen avulla. Koska seututeiden ongelmallisista kaarteista saatiin vain kaksi havaintoa, joista toiseen liittyy erityisyyttä (silta), ei kohteiden perusteella voida tehdä yleistyksiä mahdollisista raja-arvoista.

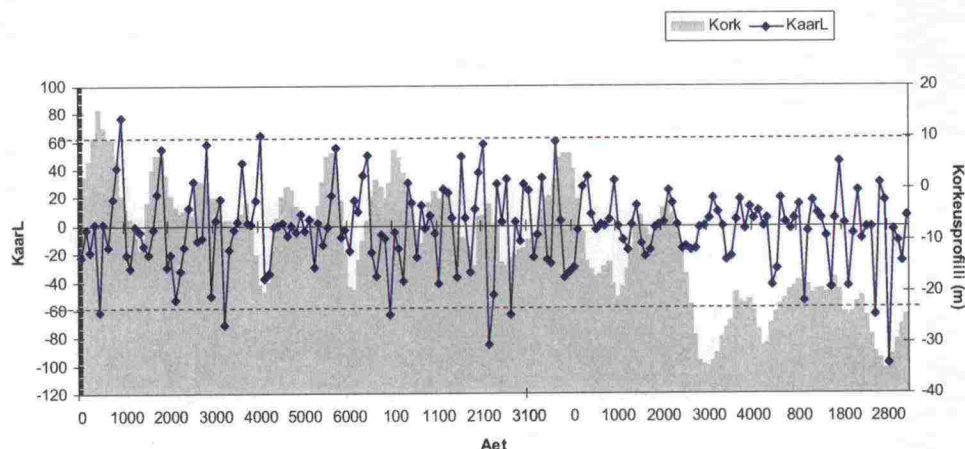
4.5 Pienipiirteiset seututiet

Haastatteluissa nousi esille kaksi seututeiden pienipiirteisyyteen liittyvää ongelmakohtaa (taulukko 9). Haastatteluiden perusteella kohteille on tyypillistä toistuvat kaarteet ja mäkisyyden vaihtelut. Kuljettajat oikovat mutkia, ajavat liian suurta tilannenopeutta ja joutuvat sitten tekemään äkkinäisiä ohjausliikkeitä kohdatessaan vastaantulevaa liikennettä tai yllättäviä kaarteita. Tämä kasvattaa sivuttaisliirron riskiä ja lisää tieltäsuistumisia. Geometrialtaan pienipiirteisillä teillä myös kelivaihtelut ovat yllättäviä valo- ja varjopaikkojen välillä.

Taulukko 9. Haastatteluissa tunnistetut seututeiden pienipiirteisyyteen liittyvät ongelmakohdat.

Tiepiiri	Tieosoite	Pituus	Ajoradan leveys	Hoitoluokka	KVL	KVL_RAS
KeS	627/9/3100	15 km	6,5	II	902	57
U	167/12/0	15 km	6,3	I	724	102

Pienipiirteisillä ongelmakohteilla sivukaltevuuden ja viettokaltevuuden oh-
jearovot ylittyvät satunnaisesti. Myös kaarteisuudessa ja pituuskaltevuudessa
voidaan havaita suuria arvoja (kuva 11). Näiden yksittäisten poikkeamien
perusteella seututeiden pienipiirteisyyteen liittyviä ongelmakohtia ei kuiten-
kaan voida tunnistaa luotettavasti.



Kuva 11. Esimerkki pienipiirteisen tieosuuden kaarteisuusarvoista tiellä 167 (tieosat
12 -15). Katkoviivoilla erotettujen kaarteisuusarvojen väliin jää yli 95 %
seutu- ja yhdysteiden satametrisestä.

Pienipiirteisten seututeiden tunnistamisessa voidaan oletettavasti hyödyntää
tien geometriamuuttujien hajontaa ja muutosnopeutta valitulla pidemmällä
tarkasteluvälillä. Nopeiden ja jatkuvien kaarteisuuden ja mäkisyyden muu-
toksien tulisi näkyä geometriamuuttujien hajonnassa ja kohonneena keski-
määräisenä muutosnopeutena. Koska pienipiirteisyyteen liittyviä ongelma-
kohtia esiintyi lähtöaineistossa vain kaksi, ei pienipiirteisyyteen liittyvää ana-
lyysiä viety pidemmälle tässä esiselvityksessä.

4.6 Valta – ja kantateiden muutoskohdat ja huono geometria

Haastatteluissa nousi esille kaksi valta- ja kantateiden tiegeometrian ja kun-
non muutoskohtiin liittyvää ongelmakohtaa ja yksi yleisesti huonoon geomet-
riaan liittyvä ongelmakohta (taulukko 10).

Taulukko 10. Haastatteluissa tunnistetut valta- ja kantateiden muutoskohtiin liittyvät
ja yleisesti huonoon geometriaan liittyvät ongelmakohdat.

Tiepiiri	Tieosoite	Kommentti	Pi- tuus (km)	Ajoradan leveys	Hoito- luokka	KVL	KVL_RAS
SK	5/219/2000	Muutoskohta	14	7,0	Ib	2923	395
T	44/19/0	Muutoskohta	12	7,0	Ib	1624	208
KaS	5/133/500	Huono geo- metria	6,5	7,0	Ib	1864	208

Tiellä 5 poikkileikkaus kapenee tieosalla 219 ja hoitoluokka muuttuu luokasta
I luokkaan Ib. Tieosuudella on muuhun valtatiestöön nähden muutamia suh-
teellisen suuria kaarteisuusarvoja ja pitkiä ylämäkiosuuksia.

Tiellä 44, tieosilla 19 – 20 on parantamaton tieosuus, jolla on ongelmia vaakageometriassa, painumia ja sivukaltevuuspuutteita. Tien reunat ovat ylhäällä painumisten seurauksena mikä aiheuttaa ongelmia myös talvihoidossa. Päälyste on huonokuntoinen ja osittain purkautunut. Molemmilla puolilla kohdetta vastaava tie on parannettu ja hyväkuntoinen. Haastattelun mukaan onnettomuuksia on sattunut erityisesti, kun kohdetta lähestytään pohjoisesta parannetulta tieosuudelta.

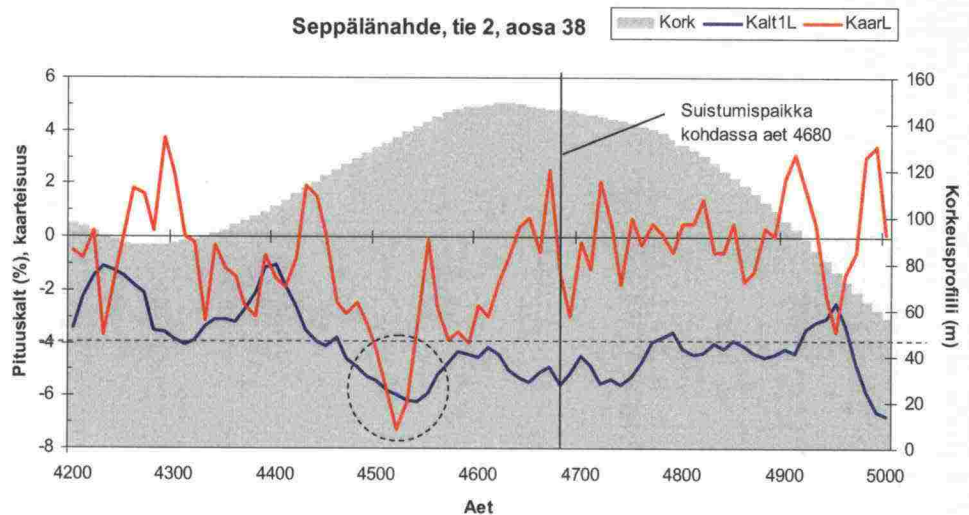
Valta- ja kantateillä on huomattava määrä tiestön kuntoon ja tiegeometriaan liittyviä muutoskohtia. Tässä selvityksessä esiin tulleet yksittäiset esimerkit poikkeavat toisistaan ja niiden perusteella muutoskohdista ei voida tehdä luotettavia päätelmiä tai yleistyksiä koko tieverkolle. Muutoskohtien vaikutuksen arvioimiseksi tarvitaan useita esimerkkitapauksia vastaavista kohdista.

Tien 5 tieosalla 133 on lyhyellä matkalla suhteellisen suuria kaarteisuuden arvoja. Lisäksi esiintyy sivukaltevuuspuutteita, jotka kuitenkin ovat melko pieniä. Vastaavia puutteita on huomattava määrä valta- ja kantateillä. Myös viettokaltevuuden ohjearvo ylittyy paikoitellen. Muiden muuttujien suhteen tieosuudella ei havaittu merkittäviä poikkeamia muusta vastaavan tieluokantiestöstä. Ongelmakohta viittaa siihen, että jyrkät kaarteet yhdistettynä mäkiin ja sivukaltevuuspuutteisiin aiheuttavat ongelmia talviliikenteelle seututeiden ohella myös pääteillä.

4.7 Seppälänahde

Seppälänahdeella (tie 2, tieosa 38, aet 4600) tapahtui selvityksen laatimisen aikaan rekan suistumisonnettomuus. Onnettomuuspaikan korkeusprofiili, sivukaltevuus ja kaarteisuusarvot on esitetty kuvassa 12.

Suistumiskohtaa edeltää loiva vasemmalle kaartuva ylämäki, jossa on huomattavan suuri vääränpuoleinen sivukaltevuus (kuva 12). Tieosalla on 100 km/h nopeusrajoitus ja 80 km/h talvinopeusrajoitus. Alue on myös sääoloiltaan haastava.



Kuva 12. Seppälänahteen korkeusprofiili, sivukaltevuus (Kalt1L) ja kaarteisuus (KaarL). Ympyröidyssä kohdassa on huomattavan suuri vääranpuoleinen sivukaltevuus. Vuoden 2008 PTM-mittausaineistossa on valta- ja kantateillä vain noin 0,5 % (8000 kpl) kymmenmetrisiä, joissa sekä sivukaltevuus että kaarteisuus alittavat kuvaan piirretyn -4 % rajan.

Suistumiskohtaa edeltävät sivukaltevuusarvot poikkeavat olennaisesti suunnitteluohjeista. 100 km/h nopeusrajoitusalueella ei tulisi olla lainkaan kaksipuolisesti sivukaltevia teitä. 80 km/h nopeusrajoitusalueillakin "vääranpuoleisen" sivukaltevuuden tulisi olla pienempää kuin 4 % ja kaarteisuuden selvästi pienempää kuin 3 (Tiehallinto 1977).

Taulukossa 11 on esitetty sivukaltevuudeltaan ja kaarteisuudeltaan poikkeavien valta- ja kantateiden kymmenmetristen lukumäärä (poikkeaman ylittävien määrä) vasemmalle kaartuvissa kohdissa. Vastaavasti taulukossa 12 on esitetty oikealle kaartuvat tieosuudet.

Seppälänahdetta vastaavia kohtia, joissa sivukaltevuus on enintään -6 % ja kaarteisuus enintään -7, on vain 72 kpl. Koko aineistossa havaintoja oli 1 470 000, joten Seppälänahdetta voidaan pitää sivukaltevuuden osalta erittäin poikkeuksellisenä kohteena muihin valta- ja kantateiden tieosuuksiin nähden. Muiden PTM-mittarilla mitattavien muuttujien osalta ongelmakohta ei poikkeakaan muusta valta- ja kantatiestöstä. Tieosuudella ei esiintynyt sivutais- eikä pituusheittoja.

Aineiston perusteella Seppälänahdetta vastaavia sivukaltevuuteen liittyviä ongelmakohtia on mahdollista tunnistaa PTM-datasta sivukaltevuus- ja kaarteisuustunnuslukujen avulla. Yhden ongelmakohteen perusteella ei kuitenkaan voida asettaa tai arvioida muuttujien mahdollisia raja-arvoja. Ongelmia todennäköisesti ilmenee jo pienempienkin poikkeamien yhteydessä. Sivukaltevuuteen ja kaarteisuuteen liittyvien ongelmakohtien raja-arvojen asettaminen vaatii esimerkkejä useammista ongelmakohteista.

Taulukko 11. Vasemmalle kaartuvat tieosuudet, kallistus oikealle. Yhtä suurien tai esitettyä pienempien sivukaltevuus- ja kaarteisuusarvojen lukumäärä valta- ja kantateiden 10-metrin PTM-aineistossa (vuoden 2008 mittaukset). Seppälänahdetta vastaavat lukuarvot on esitetty tummennetulla pohjalla. Koko aineistossa havaintoja oli 1 470 000 kpl.

Kaarteisuus enintään	Sivukaltevuus enintään					
	-3	-4	-5	-6	-7	-8
-4	24884	7960	1758	351	84	17
-5	13717	4323	922	194	48	6
-6	8198	2590	546	108	28	3
-7	5175	1619	363	72	18	3
-8	3593	1123	254	55	13	2
-9	2605	819	180	36	9	1
-10	1955	591	120	20	3	0
-11	1526	473	97	19	3	0
-12	1249	391	74	14	3	0
-13	1045	330	57	10	1	0
-14	913	286	46	8	0	0
-15	809	252	34	6	0	0
-16	711	220	29	5	0	0

Taulukko 12. Oikealle kaartuvat tiet, kallistus vasemmalle. Yhtä suurien tai esitettyä suurempien sivukaltevuus- ja kaarteisuusarvojen lukumäärä valta- ja kantateiden 10-metrin PTM-aineistossa (vuoden 2008 mittaukset). Koko aineistossa havaintoja oli 1 470 000 kpl.

Kaarteisuus vähintään	Sivukaltevuus vähintään					
	1	2	3	4	5	6
4	997	574	258	44	6	1
5	606	337	133	25	5	1
6	419	234	87	16	3	1
7	314	171	63	13	3	1
8	238	128	49	11	3	1
9	195	103	45	11	3	1
10	172	92	37	7	3	1
11	149	82	32	7	3	1
12	127	74	28	5	2	0
13	111	68	25	4	1	0
14	98	61	22	4	1	0
15	91	55	20	3	1	0
16	86	54	20	3	1	0

5 ONGELMAKOHTIEN LIIKENNEONNETTOMUUDET

Työn eräänä päämääränä oli selvittää, voidaanko päällysteiden kuntomittaukset hyödyntää talviliikenteen turvallisuutta tarkasteltaessa ja kehitettäessä. Onnettomuustietoja analysoimalla pyrittiin selvittämään poikkeako ongelmakohteiden talvikuukausien liikenneturvallisuus koko tieverkon talvikuukausien liikenneturvallisuudesta.

Onnettomuustarkastelun onnettomuusaineisto perustui Suomessa vuosina 2003 – 2008 poliisin tietoon tullessiin onnettomuuksiin. Tarkasteluun otettiin tieliikenteen talvikuukausina (loka – maaliskuu) tapahtuneet onnettomuudet. Käytetyssä onnettomuusaineistossa oli tiedot 44 818 onnettomuudesta. Ongelmakohtille kyettiin kohdistamaan näistä onnettomuuksista 133 kappaletta. Tien geometriatiedot perustuivat Tiehallinnon tie- ja kuntorekisteristä saataviin tietoihin (100 m aineisto). Ongelmakohtien yhteenlaskettu tiepituus oli 94,3 kilometriä.

Ongelmakohtien liikenneturvallisuustarkastelussa vertailtiin ongelmakohtien talvikuukausien onnettomuusmääriä koko tieverkon onnettomuusmääriin. Lisäksi ongelmakohtat jaettiin toiminnallisen luokan, kunnossapitoluokan ja nopeusrajoituksen mukaisiin luokkiin ja arvioitiin onnettomuuksien esiintymistä näissä luokissa. Vertailu suoritettiin vastaavalla tavalla luokiteltuun koko tieverkon onnettomuusaineistoon.

Erityiseen tarkasteluun otettiin kaarteisuuden vaikutus seututeiden liikenneturvallisuuteen. Tarkastelussa otettiin huomioon erilaiset tien toiminnalliset luokat ja nopeusrajoitukset. Vaikka vaikuttavien muuttujien määrä on suuri, tarkasteltiin tässä selvityksessä vain muutaman muuttujan yhteisvaikutusta. Tieluokan, nopeusrajoituksen ja kaarteisuuden oletettiin kuvaavan hyvin ainakin osaa tieverkolla olevista mahdollisista ongelmakohtista.

5.1 Ongelmakohtien vertailu koko tieverkon aineistoon

Kartoitettujen ongelmakohtien tieosuuksilla tapahtui yhteensä 133 onnettomuutta. Ongelmakohtien yhteenlaskettu tiepituus oli 94,3 kilometriä. Keskimääräiseksi onnettomuustiheydeksi saatiin 47 onnettomuutta sadalla kilometrillä vuosittain (taulukko 13). Onnettomuustiheyttä voidaan verrata esimerkiksi vilkkaisiin päätieverkon osiin, joilla onnettomuustiheys on keskimäärin 20 onnettomuutta/100km.

Taulukko 13. Keskimääräinen onnettomuustiheys ongelmakohtien tieosuuksilla talvikuukausina vuosina 2003 – 2008.

Onnettomuustiheys	
94,300	km
133	onnettomuutta
6 * 1/2	vuotta
47	onnett. / 100 km / vuosi

Taulukossa 14 on esitetty ongelmakohtien tieosuuksilla tapahtuneet onnettomuudet onnettomuusluokittain. Yksittäisonnettomuuksia ja kohtaamisonnettomuuksia esiintyi ongelmakohtilla keskimääräistä enemmän.

Taulukko 14. Ongelmakohtien tieosuuksilla talvikuukausina tapahtuneet liikenneonnettomuudet onnettomuusluokittain vuosina 2003 – 2008. Vertailukoh-
tana on koko tieverkolla talvikuukausina tapahtuneet onnettomuudet.

Onnettomuusluokka	Ongelmakohtien onnetto- muudet		Koko maan onnettomuudet
	kpl	osuus	
Yksittäis-	53	40 %	30 %
Kääntymis-	4	3 %	6 %
Ohitus-	6	5 %	5 %
Risteämis-	0	0	10 %
Kohtaamis-	15	11 %	6 %
Peräänajo	7	5 %	6 %
Suojaamaton	3	2 %	3 %
Eläin onnettomuudet	41	31 %	30 %
Muu onnettomuus	4	3 %	4 %
Yhteensä	133	100 %	100 %

Taulukossa 15 on esitetty ongelmakohdilla tapahtuneiden onnettomuuksien tien pinnan keli. 35 % tapauksista ajokeli on ollut kuiva tai märkä vastaten normaalia kesäkeliä ja 64 % tapauksista keli on ollut talvinen. Vertailussa on käytetty koko tieverkolla tapahtuneita onnettomuuksia ja vastaavat luvut oli-
vat 43 % kesäkelillä ja 55 % talvikelillä. Ongelmakohdilla tapahtuneissa on-
nettomuuksissa oli siis keskimääräistä useammin luminen, loskainen tai jäi-
nen tienpinta.

Taulukko 15. Ongelmakohtien talvikuukausina tapahtuneet onnettomuudet tienpin-
nan kelin mukaan jaoteltuna. Vertailuarvona on käytetty koko tiever-
kon talvikuukausien onnettomuuksien tienpinnan keliä.

Tienpinta	Ongelmakohteiden onnetto- muudet		Koko maan onnettomuudet
	kpl	osuus	
kuiva	25	18,8 %	20,4 %
märkä	22	16,5 %	23,4 %
luminen	24	18,0 %	14,1 %
sohjoinen	6	4,5 %	5,8 %
jäinen	48	36,1 %	30,5 %
ajourat paljaat	8	6,0 %	4,5 %

Taulukossa 16 on esitetty ja koko maan onnettomuustiheydet ja onnetto-
muusasteet ryhmiteltynä toiminnallisen luokan, kunnossapitoluokan ja nope-
usrajoituksen mukaan. Onnettomuuksien määrä on supistunut puuttuvien
tietojen vuoksi 120 onnettomuuteen ja tieosien yhteispituus vastaavasti 81,4
kilometriin. Toiminnallisessa luokassa valta- ja kantatiet on yhdistetty päätie-
luokaksi. Keskimääräinen onnettomuustiheys on jonkin verran korkeampi
ongelmakohdilla kuin koko maan vertailuaineistossa. Keskimääräinen onnet-
tomuusaste, joka huomioi myös liikennesuoritteen, ei juuri eroa ongelmakoh-
teiden ja koko maan vertailuaineiston välillä.

Taulukko 16. Ongelmakohtien ja koko tieverkon talvikuukausien onnettomuustiheys ja onnettomuusaste luokiteltuna toiminnallisen luokan, hoitoluokan ja nopeusrajoituksen mukaan.

Vertailuryhmä			Ongelmakohteet					
TOIM_LK	KP_LK	NOPEUS	ONN	PITUUS	KVL	SUORITE	ONN_TIHEYS	ONN_ASTE
Päätie	I	80		0,9	2070	0,7	0,0	0,000
Päätie	I	100	22	5,3	4118	8,0	138,4	0,921
Päätie	Ib	60	6	7,1	1400	3,6	28,2	0,551
Päätie	Ib	80	13	9,2	3180	10,7	47,1	0,406
Päätie	Ib	100	49	30,5	3297	36,7	53,6	0,445
Seututie	I	60	10	9,8	804	2,9	34,0	1,159
Seututie	I	80	20	13,3	655	3,2	50,1	2,097
Seututie	II	80		3,5	668	0,9		
Yhdystie	Ib	50		0,8	635	0,2		
Yhdystie	Ib	60		0,4	635	0,1		
Yhdystie	Ib	80		0,6	635	0,1		
Yhteensä			120	81,4	2255	67,0	49,1	0,597

Vertailuryhmä			Koko tieverkko					
TOIM_LK	KP_LK	NOPEUS	ONN	PITUUS	KVL	SUORITE	ONN_TIHEYS	ONN_ASTE
Päätie	I	80	2942	1074,4	4386	1719,8	91,3	0,570
Päätie	I	100	6426	2669	3941	3838,9	80,3	0,558
Päätie	Ib	60	882	353,8	2966	383,0	83,1	0,768
Päätie	Ib	80	2226	1985,3	2042	1479,6	37,4	0,502
Päätie	Ib	100	4584	4554,7	1842	3061,8	33,5	0,499
Seututie	I	60	851	177,4	5876	380,5	159,9	0,746
Seututie	I	80	1170	378,6	3788	523,5	103,0	0,745
Seututie	II	80	3790	6216,4	689	1564,4	20,3	0,808
Yhdystie	Ib	50	458	230,3	2396	201,4	66,3	0,758
Yhdystie	Ib	60	849	461	2116	356,0	61,4	0,795
Yhdystie	Ib	80	741	433,2	1787	282,6	57,0	0,874
Yhteensä			24919	18534	2039	13791,4	44,8	0,602

TOIM_LK = toiminnallinen luokka
KP_LK = hoitoluokka
NOPEUS = nopeusrajoitus
ONN = onnettomuuksien lukumäärä
PITUUS = havaintoaineiston pituus (km)
SUORITE = 10⁶ ajoneuvokilometriä
ONN_TIHEYS = onnettomuustiheys (onnettomuuksia / 100 km vuodessa)
ONN_ASTE = onnettomuusaste (onnettomuuksia / 10⁶ ajoneuvokilometriä vuodessa)

Taulukossa 17 on verrattu poikkeavatko ongelmakohteiden ja koko maan vertailuaineiston onnettomuusasteet edellä esitetyissä vertailuryhmissä merkittävästi toisistaan. Testisuureena on käytetty onnettomuuksien lukumäärää kuuden talvikauden aikana. Onnettomuuksien lukumäärän on oletettu noudattavan Poisson-jakaumaa.

Kun tarkastellaan kaikkia ongelmakohteita yhdessä, ongelmakohteiden onnettomuusaste ei poikkea merkittävästi koko maan vastaavasta vertailuarvosta. Onnettomuuskohteiden ja koko maan onnettomuusasteet vastaavat pääsääntöisesti toisiaan myös eri vertailuryhmissä. Poikkeuksen muodostavat pääteiden hoitoluokan I 100 km/h nopeusrajoitusalueet ja seututeiden hoitoluokan I 80 km/h nopeusrajoitusalueet, joissa ongelmakohteiden onnettomuusasteet ovat merkittävästi suurempia kuin vastaavissa koko tieverkon

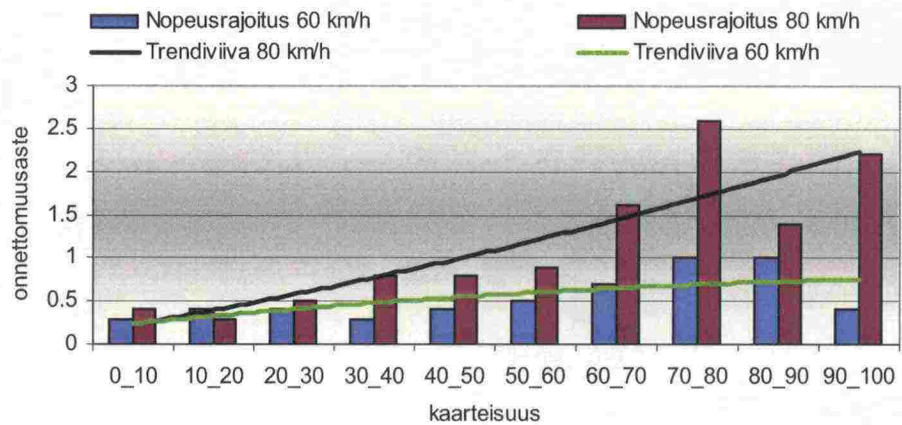
vertailuluokissa. Seututeiden hoitoluokassa Ib, yhdysteiden hoitoluokassa II ja pääteiden hoitoluokan I 80 km/h nopeusrajoitusalueella ongelmakohteiden suoritteet ovat niin pieniä, että lukuihin tulee suhtautua varauksella.

Taulukko 17. Ongelmakohtien ja koko tieverkon talvikuukausien onnettomuusasteiden vertailu.

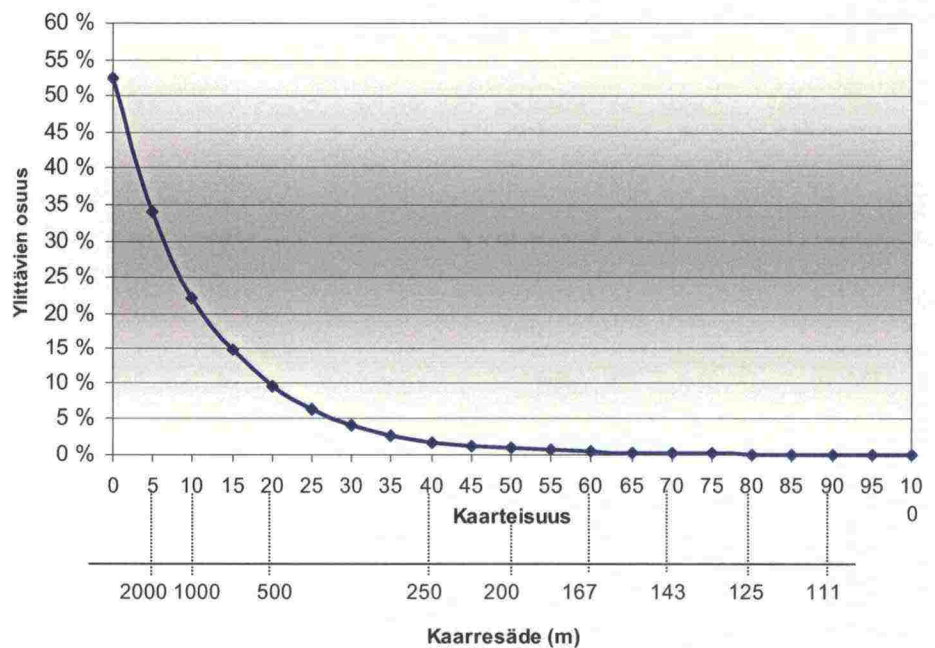
			KOKO TIEVERKKO	ONGELMAKOHDAT					
TOIM_LK	KP_LK	NOP	ONN_ASTE _v	SUORITE	ONN_ASTE	ONN	ONN_ODOTUS	p	Merkitsevä poikkeama (p<0,05/2)
päätie	I	80	0,570	0,7	0,000	0	1,2	0,31	ei*
päätie	I	100	0,558	8,0	0,921	22	13,3	0,01	kyllä
päätie	Ib	60	0,768	3,6	0,551	6	8,4	0,27	ei
päätie	Ib	80	0,502	10,7	0,406	13	16,1	0,27	ei
päätie	Ib	100	0,499	36,7	0,445	49	55,0	0,23	ei
seututie	I	60	0,746	2,9	1,159	10	6,4	0,06	ei
seututie	I	80	0,745	3,2	2,097	20	7,1	0,00	kyllä
seututie	II	80	0,808	0,9	0,000	0	2,1	0,13	ei*
yhdystie	Ib	50	0,758	0,2	0,000	0	0,4	0,34	ei*
yhdystie	Ib	60	0,795	0,1	0,000	0	0,2	0,20	ei*
yhdystie	Ib	80	0,874	0,1	0,000	0	0,4	0,31	ei*
Yhteensä			0,602	67,0	0,597	120	121,0	0,49	Ei
TOIM_LK = toiminnallinen luokka KP_LK = hoitoluokka NOP = nopeusrajoitus ONN = onnettomuuksien lukumäärä PITUUS = havaintoaineiston pituus (km) SUORITE = 10 ⁶ ajoneuvokilometriä ONN_ASTE = onnettomuusaste (onnettomuuksia / 10 ⁶ ajoneuvokilometriä vuodessa) ONN_ODOTUS = Onnettomuuksien odotusarvo ongelmakohteella, kun oletetaan, että onnettomuusaste ei poikkea koko maan vastaavan vertailuluokan arvosta. H0: ONN = ONN_ODOTUS, alpha = 0,05/2 ONN ~Poisson(λ, s), λ = ONN_ASTE _v , s = 3 * SUORITE *Testin erottelukyky on ongelmakohteiden pienen suoriteen vuoksi on heikko.									

5.2 Kaarteisuuden vaikutus seututeiden turvallisuuteen

Kuvassa 13 on esitetty onnettomuusaste talvikuukausina 2003 - 2008 koko maan seututeillä 60 km/h ja 80 km/h nopeusrajoituksilla. Kuvasta voidaan havaita, että 60 km/h nopeuksilla kaarteisuuden kasvaminen lisää onnettomuusastetta. 80 km/h nopeusrajoituksilla onnettomuusaste näyttäisi kasvavan huomattavasti yli 60 kaarteisuuksilla (kaarresäde alle 170 m). Yli 60 kaarteisuusarvot ovat seututeillä poikkeuksellisen suuria. Yhtä jyrkkiä tai tätä jyrkempiä kaarteita on seututeiden satametrisaineistossa alle 0,5 % (kuva 14).

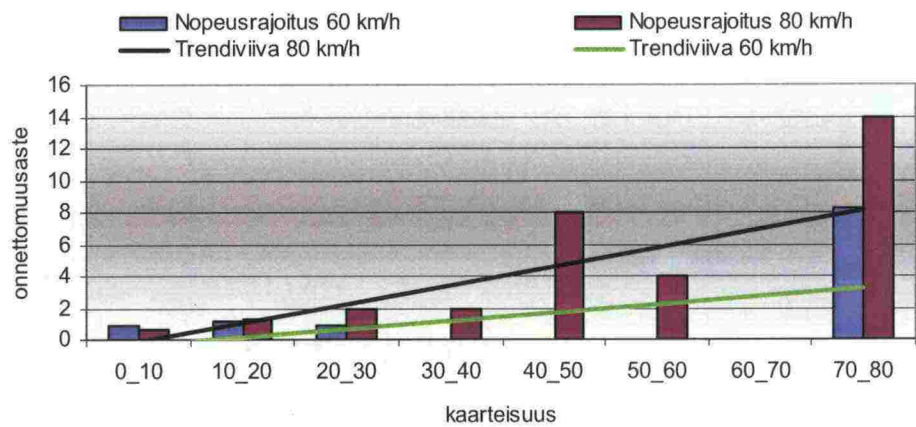


Kuva 13. Onnettomuusaste (onnettomuuksia / 10^6 ajoneuvokilometriä vuodessa) luokiteltuna kaarteisuuden mukaan 60 ja 80 km/h nopeusrajoituksilla. Aineistona on käytetty koko maan seututeiden talvikuukausien onnettomuustietoja vuosilta 2003 – 2008.



Kuva 14. Seututeiden satametristen kaarteisuusjakauma (KaarL).

Kuvasta 15 voidaan havaita, että ongelmakohteissa onnettomuusaste on selvästi kohonnut suurilla kaarteisuusarvoilla. Kuvan perusteella 80 km/h nopeusalueilla onnettomuusaste on herkempi kaarteisuuden kasvulle kuin 60 km/h nopeusrajoitusalueilla. Ongelmakohtien aineisto on varsin suppea, joten lukuihin tulee suhtautua varauksella. Havainnot ovat kuitenkin samansuuntaisia koko maan vertailuaineistosta tehtyjen päätelmien kanssa.



Kuva 15. Ongelmakohtien seututeiden onnettomuusaste (onnettomuuksia / 10⁶ ajoneuvokilometriä vuodessa) luokiteltuna kaarteisuuden mukaan 60 ja 80 km/h nopeusrajoituksilla. Aineistona on käytetty talvikuukausien 2003 – 2008 onnettomuustietoja.

Kaarteisuustarkastelun perusteella tutkittavilla seututeillä ja koko maan seututeillä onnettomuusaste kasvaa kaarteisuuden lisääntyessä. Kasvu on huomattavaa, kun nopeusrajoitus on suurempaa kuin 60 km/h.

6 TULOSTEN YHTEENVETO

Talvihoidon alueurakoista tehdyssä otoksessa tärkeimpiä tiegeometriaan liittyviä ensisijaisesti talviliikenteen sujuvuuteen vaikuttavia ongelmakohtia olivat:

- Valta- ja kantateiden pitkät ja jyrkät ylämäet
- Seutu- ja yhdysteiden ylämäet
- Pienipiirteiden seututiet
- Seututeiden jyrkät kaarteet
- Valtateiden muutoskohdat

Lähtöaineiston ja talvihoidon alueurakoista tehdyn otoksen perusteella talviliikenteen ongelmakohtia voidaan tunnistaa PTM-tietojen avulla. Tiemestareiden haastatteluissa esille nousseet ongelmakohdat erottuivat muusta tiestöstä yhden tai useamman tiegeometriaan liittyvän tunnusluvun perusteella.

Tärkeimmät ongelma-kohteita kuvaavat muuttujat olivat:

- pituuskaltevuus ja ylämäkien pituuskaltevuuden maksimi
- mäen pituus (pituuskaltevuudesta johdettu muuttuja)
- kaarteisuus
- sivukaltevuus (10 m data)
- viettokaltevuus (10 m data)

Ongelmakohteiden ja tärkeimpien kuntotietojen (ura, IRI, heitot jne.) välillä ei havaittu selvää yhteyttä. Syynä on todennäköisesti se, että ongelma-kohteet liittyivät ensisijaisesti tiegeometriaan.

Talviliikenteen todettujen ongelmakohtien esimerkit viittaavat siihen, että karkeimmat ja selvimmät tiegeometriaan liittyvät talviliikenteen ongelmakohdat voidaan tunnistaa varsin yksinkertaisten PTM-tietoihin perustuvien mallien ja rajausehtojen avulla. Koska havaintoja oli verrattain vähän, ei aineiston perusteella voitu tehdä päätelmiä ongelma-kohteisiin liittyvistä geometriamuuttujien raja-arvoista.

Raja-arvojen asettaminen ja validointi vaatii esimerkkejä useista rajatapauksista. Jos ongelma-kohteina halutaan tarkastella myös vähemmän poikkeavia ja kriittisiä tieosuuksia, kasvaa potentiaalisten ongelma-kohteiden joukko helposti varsin suureksi. Tällöin kohteiden tunnistuksessa käytettäviä rajoittavia tekijöitä tulee lisätä. Keskeisiä muuttujia ovat ainakin KVL, raskaan liikenteen KVL, nopeusrajoitus, hoitoluokka, tien leveys ja kaistojen lukumäärä.

Analysoimalla ja tunnistamalla tiegeometriaan liittyviä talviliikenteen ongelma-kohteita voidaan talvihoidon resursseja käyttää ja kohdentaa tehokkaammin. Ongelmakohteiden liikenneturvallisuutta ja liikenteen sujuvuutta voidaan edistää 1) lisäämällä hoitourakoiden työkohtaisiin tarkennuksiin ongelma-kohteiden hoitoon liittyviä erityisvaatimuksia, 2) nostamalla hoitoluokkaa yhteysväleillä, joilla on erityisen runsaasti tiegeometriaan liittyviä ongelma-kohtia, 3) alentamalla nopeusrajoituksia, 4) korjaamalla ongelma-kohteiden sivukaltevuuspuutteita ylläpitotoimenpiteiden yhteydessä, 5) rakentamalla ohituskaistoja valta- ja kantateiden pitkiin ylämäkiin.

Ongelmakohteiden liikenneturvallisuutta kuvaava keskimääräinen onnettomuusaste ja tarkastelussa käytettyjen eri vertailuryhmien onnettomuusasteet eivät poikenneet merkitsevästi koko maan vertailuarvoista. Poikkeuksen muodostivat pääteiden hoitoluokan I 100 km/h nopeusrajoitusalueet ja seututeiden hoitoluokan I 80 km/h nopeusrajoitusalueet, joissa ongelmakohteiden liikenneturvallisuus oli selvästi heikompaa kuin vastaavilla luokilla koko tieverkon alueella.

Suurien kaarteisuusarvojen havaittiin kasvattavan onnettomuusastetta sekä tunnetuilla ongelmakohteilla että koko tieverkolla. Havainto tukee osaltaan käsitystä siitä, että kaarteisuuteen liittyvät ongelmakohdat ovat yleistettävissä koko tieverkolle, ja että myös liikenneturvallisuuteen liittyviä ongelmakohteita voidaan analysoida ja mahdollisesti tunnistaa geometriatunnuslukujen avulla.

Tämä selvitys perustui tiemestareiden haastatteluihin ja niissä esille nostettuihin talviliikenteen ongelmakohtiin. Pääosa ongelmakohdista liittyi liikenteen sujuvuuteen. Liikenneturvallisuuteen liittyvät ongelmat saivat haastatte- luissa selvästi vähemmän huomiota. Jatkotutkimuksissa liikenteen sujuvuusongelmia voidaan tarkastella myös analysoimalla liikenteen häiriötilanteita esim. liikennekeskusten ylläpitämästä tietoa-aineistosta. Vastaavasti liikenneturvallisuuteen liittyviä ongelmia voidaan analysoida esim. kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien tutkijalautakunta-aineiston avulla.

7 SUOSITUKSET

Tiegeometriaan liittyvien liikenteen sujuvuuteen ja turvallisuuteen perustuvi-
en raja-arvojen määrittämiseksi suositeltavia jatkotutkimusaiheita ovat:

- Potentiaalisten ongelmakohteiden ja ongelmatyyppien kartoittaminen ja analysointi ajodynamiikkaan perustuvien laskennallisten mallien ja simuloitien avulla. Laskennallisten mallien kehittäminen ja validointi on melko työlästä, minkä vuoksi tarkastelussa on keskityttävä muutamaan keskeiseen ongelmatyyppiin. Ajodynamiikan kannalta keskeisiä tekijöitä ovat nopeus, kitka, kaarresäde, pituuskaarevuus (pyöristyssäde, kaltevuus) ja poikkikaltevuus.
- Ongelmatyyppien kartoittaminen ja tiegeometriaan liittyvien raja-arvojen määrittäminen laajentamalla tunnettujen ongelmakohteiden otosta. Lähtötietoina voidaan käyttää tiemestareiden, hoitourakoitsijoiden ja ammattiautoilijoiden haastatteluita, tietoa liikenteen häiriötilanteista, kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien tutkijalautakunta-aineistoa sekä mahdollisesti myös Tienkäyttäjän linjan kautta saatavia asiakaspalautteita. Lähestymistavan avulla voidaan analysoida useita erilaisia ongelmatyyppejä. Lähtötietojen keruu on työlästä ja esimerkkikohteiden valinta tulee siksi tehdä huolellisesti valikoiden.
- Onnettomuuksien ja kuntomuuttujien (heitot, karkeusmuuttujat, RMS epätasaisuus, vesiura, harjanteen korkeus) välisen yhteyden analysointi.
- Turvallisuuteen ja sujuvuuteen liittyvien ongelmakohteiden kartoittaminen PTM-tietojen ja muiden keskeisten tiestötietojen pisteytykseen ja asiantuntija-arvioihin perustuen. Lähtökohdaksi valitaan joukko tärkeimpiä talvihoidon ongelmatyyppejä, jotka tunnistetaan asiantuntija-arvioiden ja haastatteluiden perusteella. Kunkin ongelmatyyppin osalta tunnistetaan keskeiset vaikuttavat tekijät ja arvioidaan niiden tärkeyttä ja vaikutusta ongelman vakavuuden ja esiintymisen suhteen. Tekijöiden keskinäiset painot ja vaikutustapa määritellään asiantuntija-arvioiden perusteella. Lopputuloksena saadaan yksikertainen malli, joka kuvaa ongelmakohtien vakavuutta eri tekijöiden suhteen. Malli voidaan validoida tunnettujen ongelmakohteiden avulla. Lähestymistavan avulla saadaan arvio keskeisistä vaikuttavista tekijöistä suhteellisen pienillä resursseilla. Vastaavaa menetelmää on sovellettu tiestön rakenteenparantamiskohteiden tunnistuksessa ja sekä siltojen korjaushankkeiden priorisoinnissa.
- Ongelmakohtiin liittyvien keskeisten tekijöiden ja raja-arvojen määrittäminen Bayesiläisten todennäköisyysmallien avulla. Lähestymistapa vaatii lähtötietoina huomattavan määrän tunnettuja ongelmakohteita. Malleja voidaan helposti päivittää aineiston lisääntyessä.

Edellä esitetyt suositukset liittyivät tiegeometriaan ja päällysteiden kuntomittauksiin. Liikenteen sujumiseen ja liikenneturvallisuuteen vaikuttavat myös monet muut talvihoidon kannalta kriittiset tekijät ja ongelmakohdat kuten vesistöt, peltoaukeat, linja-autopysäkit, sillat, risteykset ja teollisuuslaitokset. Vastaavasti näitä ongelmakohtia kartoittamalla ja tutkimalla voidaan talvihoidon resursseja ja toimenpiteitä suunnitella ja kohdistaa entistä tehokkaammin.

8 VIITTEET

Granlund Johan 2008. Health issues raised by poorly maintained road networks. Roadex III, Task B3, final report, 2008.

Ihs A., Velin H., Wiklund M. 2002. Vägytans inverkan på trafiksäkerheten. VTI meddelande 909, 2002.

Kelkka M., Suhonen K., Valtonen J., 2007. Effects of motorway characteristics on run off the road accidents, Rankers, Internal report, TKK_WP2_Final.pdf 2007.

Lehtonen K., Laine V., Järvinen S., 2005. Urasyvyyden ja epätasaisuuden vaikutus onnettomuuksiin. Tiehallinnon selvityksiä 49/2005, 2005.

Sjögren L., 2006. The use of road surface characteristics to predict consequences for winter road maintenance. Esitys talvitiepäivillä, Suomessa 2006.

Tiehallinto 1977. Teiden suunnittelu III 2. 2.25 Tien pinnan sivu- ja viettokaltevuus, 1977.

9 LIITTEET

Kyselypohja

Liite 1

Valta- ja kantateiden mäkiin liittyvät potentiaaliset ongelmakohdat

Liite 2

Ongelmakohtien kuvaukset

Liite 3

KYSELYPOHJA

TALVIHOIDON ONGELMAKOhteET JA TIEGEOMETRIA

Jokaisesta erilaisesta ongelmasta tehdään kuvaus omalle sheetille. Jos samanlaisia ongelmakohtia on useita voit listata ne samalla sheetillä. Tee tarvittaessa uusia kopoita sheetistä (edit --> Move or copy Sheet...).

Hoitourakka

Ongelmakohtat

nro	tie	ar	su	ka	aosa	aet	losa	let	kommentti
1									
2									
3									
4									
5									

Kohde nro	1	2	3	4	5	jne
talvihoitoluokka						
talvinopeusrajoitus						

Ongelman kuvaus

Miten ongelma ilmenee?
Vastaus tähän. Esim. Raskasliikenne jää jumiin mäen loppuosaan...
Saat lisättyä rivinvaihdon painamalla "Alt" + "Return"

Ongelman esiintyminen ja ajankohta	Vastaus
Kuinka usein ongelma kärkeasti arvioiden toistuu?	
Millaisilla keleillä ongelma tyypillisesti esiintyy?	
Liittyykö ongelma erityisesti johonkin tiettyyn ajankohtaan, viikonpäivään, pyhäpäiviin tai vuorokaudenaikaan?	

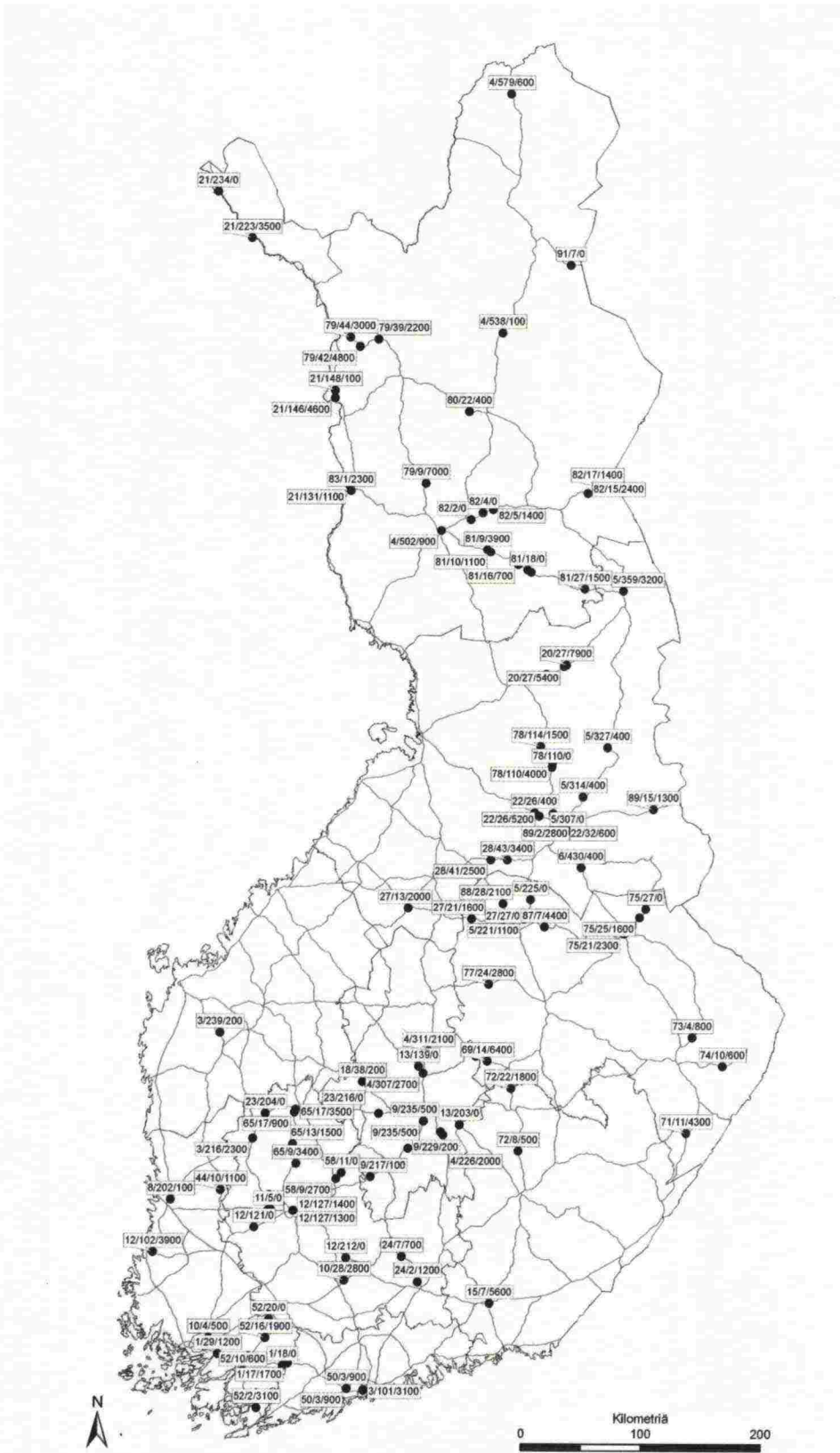
Tarkentavia kysymyksiä	Kyllä	Ei	Kommentti
Onko ongelma turvallisuusongelma?			
Onko ongelma sujuvuusongelma?			
Aiheuttaako kohta ongelmia raskaalle liikenteelle?			
Aiheuttaako kohta ongelmia henkilöautoliikenteelle?			
Liittyykö ongelma tiegeometriaan?			tarkempi kuvaus ao vastauslaatikkoon
Pystygeometriasta johtuva ongelma?			tarkempi kuvaus ao vastauslaatikkoon
Vaakageometriasta johtuva ongelma?			tarkempi kuvaus ao vastauslaatikkoon
Ongelma tien poikkileikkauksen muodossa?			tarkempi kuvaus ao vastauslaatikkoon
Jokin muu poikkeama tiegeometriassa (esim. painuma)?			tarkempi kuvaus ao vastauslaatikkoon
Liittyykö ongelma kuntomuuttuiiin (urat, karkeus jne)?			tarkempi kuvaus ao vastauslaatikkoon
Useiden tekijöiden yhteisvaikutuksesta johtuva ongelma? (esim. väärä sivukaitevyys ja syvät urat, tai alamäki jonka jälkeen jyrkkä mutka)			tarkempi kuvaus ao vastauslaatikkoon

Mitkä ovat keskeiset ongelmien syyt ja ongelmiin vaikuttavat tekijät?
Esim. iso KVL ja KVLR, pitkä ylämäki

Arvio siitä, mitkä ovat tiestöllä esiintyvälle vastaaville ongelmakohdille tyypilliset tekijät (ja niiden arvoalueet)?
Esim. vaihteilla mäen pituus yli xxx m, KVL > xxx, KVLR > xxx Odotettavissa vastaavanlaisia ongelmia.

Erityissyyt
Ongelmiin vaikuttavat kohteen ja tieympäristön erityispiirteet, jotka eivät liity suoraan tiegeometriaan tai kuntomuuttuiiin.
Esim. vesistöjen läheisyys, sulamisvesien valuma-alueet, valaistus, risteykset, teollisuus jne.

VALTA- JA KANTATEIDEN MÄKIIN LIITTYVÄT
POTENTIAALISET ONGELMAKOHDAT



ONGELMAKOHTIEN KUVAUKSET

Pääteiden pitkät mäet

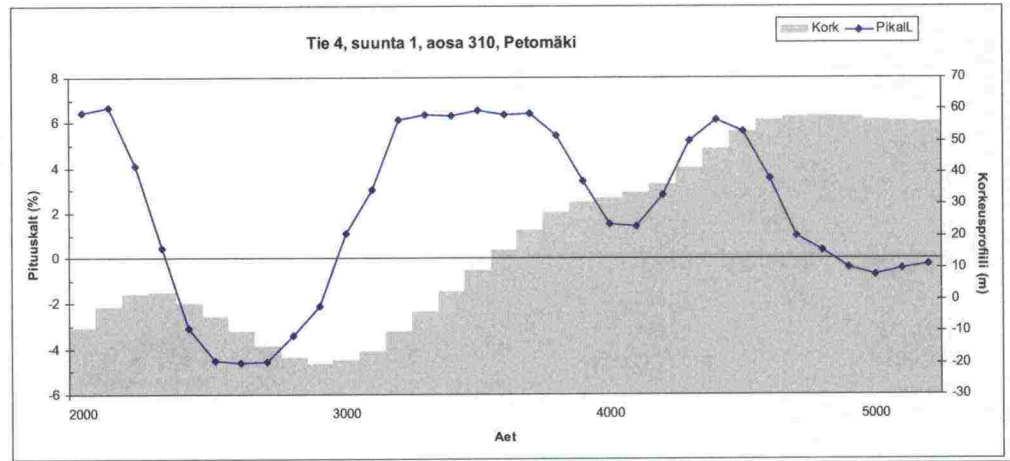
Tie 4, aosa 310 / Petomäki

Tiepiiri	KeS
Hoitourakka	Äänekoski
Tieosoite alku	4/310/3000
Mäen pituus	1900 m
Hoitoluokka	I
Päällysteen leveys	7,5 - 11 m
Talvinopeusrajoitus	80 km/h
KVL	5812
KVLR	777

Ongelman kuvaus:

Raskas liikenne jää jumiin pitkän ylämäen loppuosaan. Ongelma esiintyy kelinmuutos-tilanteissa, erityisesti lumisateella. Kohteen sademäärä on muuta ympäristöä korkeampi. Ohituskaista on helpottanut tilannetta. Tästä huolimatta raskaalla liikenteellä on edelleen ongelmia.

Mäki on huomattavan pitkä ja pituuskaltevuus saa poikkeavan suuria arvoja muuhun vastaavaan tiestöön nähden.

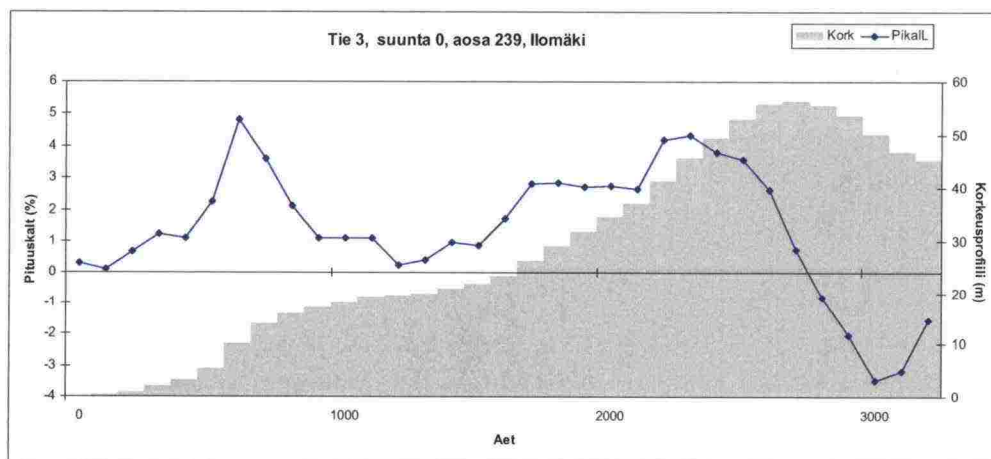


Tie 3, aosa 239 / Ilomäki

Tiepiiri	V
Hoitorakka	Seinäjoen
Tieosoite alku	3/239/0
Mäen pituus	2600 m
Hoitoluokka	I
Päällysteen leveys	7,9 – 9 m
Talvinopeusrajoitus	80 km/h
KVL	2070
KVLR	227

Ongelman kuvaus:

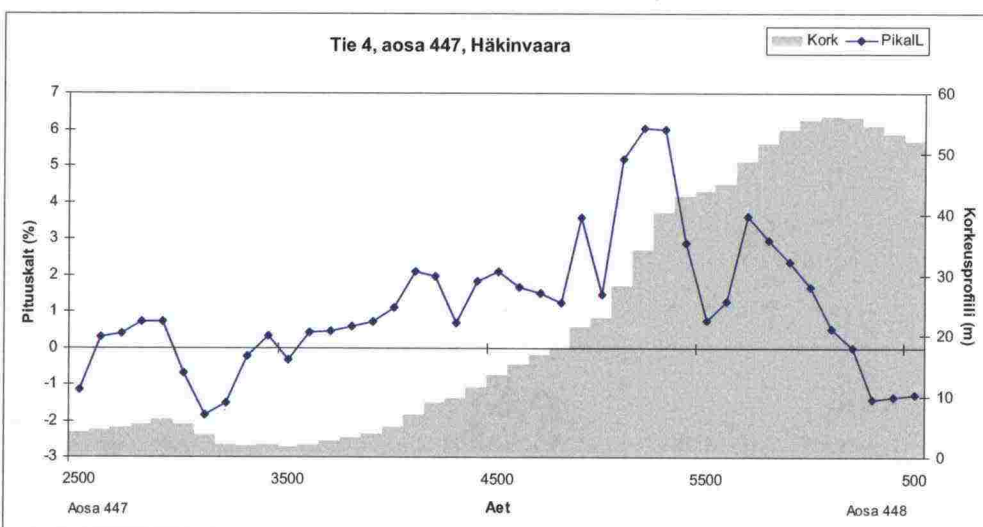
Raskaan liikenteen sujuvuusongelmia pitkässä mäessä. Mäen päällä on lisäksi pienisäteinen kaarre, jossa on tapahtunut liikenneonnettomuuksia. Ongelmia esiintyy erityisesti kelinmuutostilanteissa.

Tie 4, aosa 447 / Häkinvaara

Tiepiiri	L
Hoitorakka	Rovaniemi
Tieosoite alku	4/447/3600
Mäen pituus	2600 m
Hoitoluokka	Ib
Päällysteen leveys	6,3 – 9,5 m
Talvinopeusrajoitus	80 km/h
KVL	4702
KVLR	470

Ongelman kuvaus:

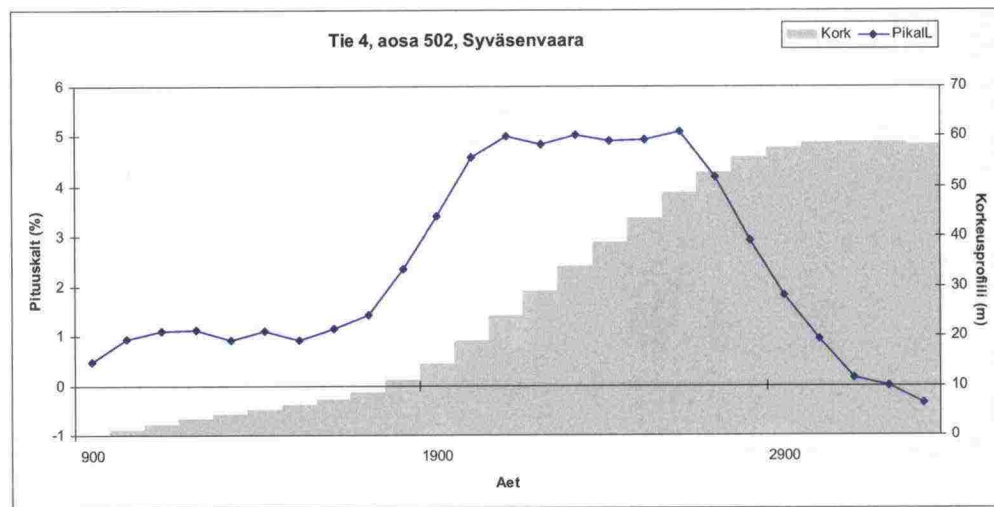
Pitkä mäki, joka aiheuttaa raskaalle liikenteelle ongelmia erityisesti kelinmuutostilanteissa, lumisateella ja lämpötilan ollessa lähellä nollaa.

Tie 4, aosa 502 / Syväsenvaara

Tiepiiri	L
Hoitourakka	Rovaniemi
Tieosoite alku	4/502/900
Mäen pituus	2200
Hoitoluokka	Ib
Päällysteen leveys	11 m
Talvinopeusrajoitus	80 km/h
KVL	10513
KVLR	665

Ongelman kuvaus:

Raskas liikenne jää jumiin mäkeen. Tieosuudella ei ole ohituskaistaa ja mäen päällä on lisäksi kallioleikkaus, joka aiheuttaa jäätymisongelmia erityisesti syksyisin. Ongelmat esiintyvät kelinmuutostilanteissa, lumisateella ja lämpötilan ollessa lähellä nollaa.

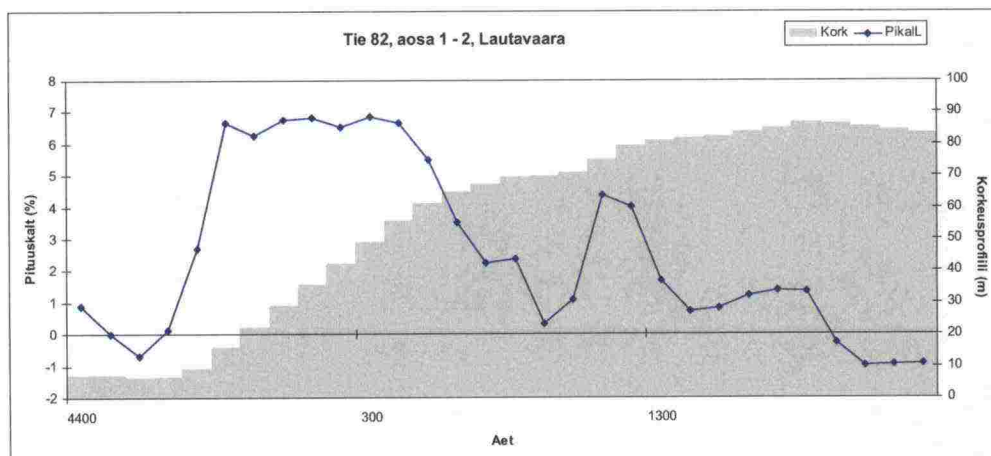


Tie 82, aosa 1 / Lautavaara

Tiepiiri	L
Hoitourakka	Rovaniemi
Tieosoite alku	82/1/4700
Mäen pituus	2200
Hoitoluokka	Ib
Päällysteen leveys	6,5 m
Talvinopeusrajoitus	80 km/h
KVL	1357
KVLR	123

Ongelman kuvaus:

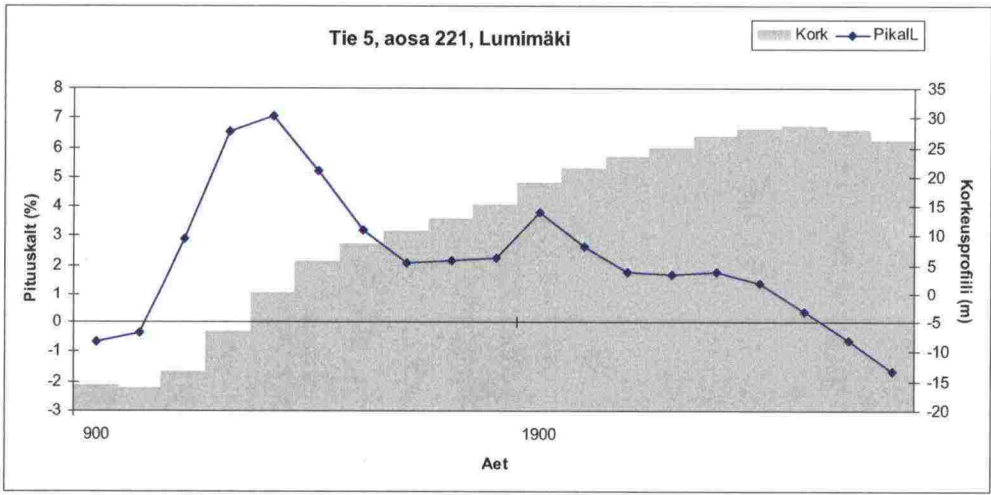
Raskas liikenne jää jumiin mäkeen ja aiheuttaa sujuvuusongelmia. Tieosuudella ei ole ohituskaistaa. Mäen päällä on kallioleikkaus, joka aiheuttaa jäätymisongelmia syksyisin. Ongelmat esiintyvät kelinmuutostilanteissa, lumisateella ja lämpötilan ollessa lähellä nollaa.



Tie 5, aosa 221 / Lumimäki

Tiepiiri	SK
Hoitourakka	lisalmi
Tieosoite alku	5/221/1100
Mäen pituus	1500
Hoitoluokka	Ib
Päällysteen leveys	7,5 m
Talvinopeusrajoitus	80 km/h
KVL	2602
KVLR	311

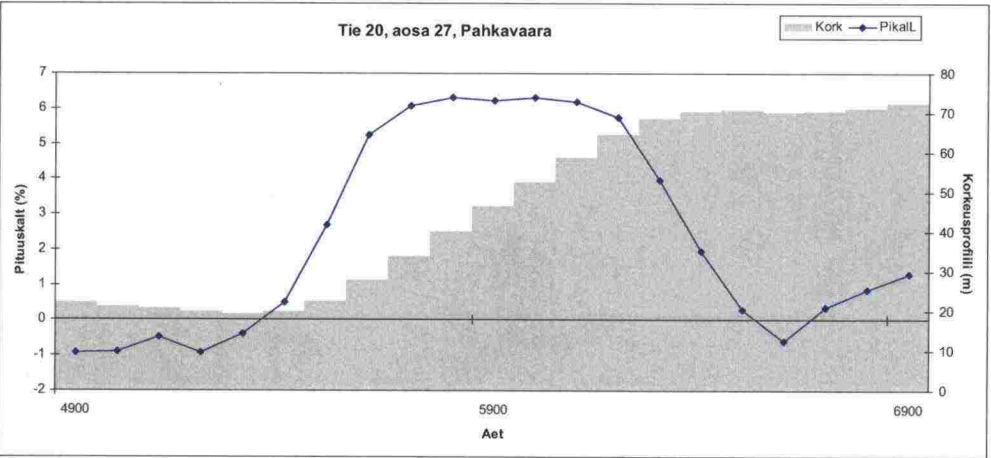
Ongelman kuvaus:
Raskaan liikenteen vauhti pienenee pitkässä mäessä lähes kävelynopeudeksi aiheuttaen sujuvuusongelmia. Ongelmat esiintyvät lumisateella ja lämpötilan ollessa lähellä nollaa.



Tie 20, aosa 27 / Pahkavaara

Tiepiiri	O
Hoitourakka	Pudasjärvi-Taivalkoski
Tieosoite alku	20/27/5400
Mäen pituus	1200
Hoitoluokka	Ib
Päällysteen leveys	8,5 m
Talvinopeusrajoitus	100 km/h
KVL	1864
KVLR	208

Ongelman kuvaus:
Raskas liikenne jää jumiin mäkeen ja aiheuttaa sujuvuusongelmia. Ongelmat painottuvat viikonloppuihin runsaan turistiliikenteen vuoksi. Ongelmat esiintyvät tyypillisesti lämpötilan ollessa -5 ... 0 asteen välillä ja alijäähtyneen vesisateen yhteydessä.

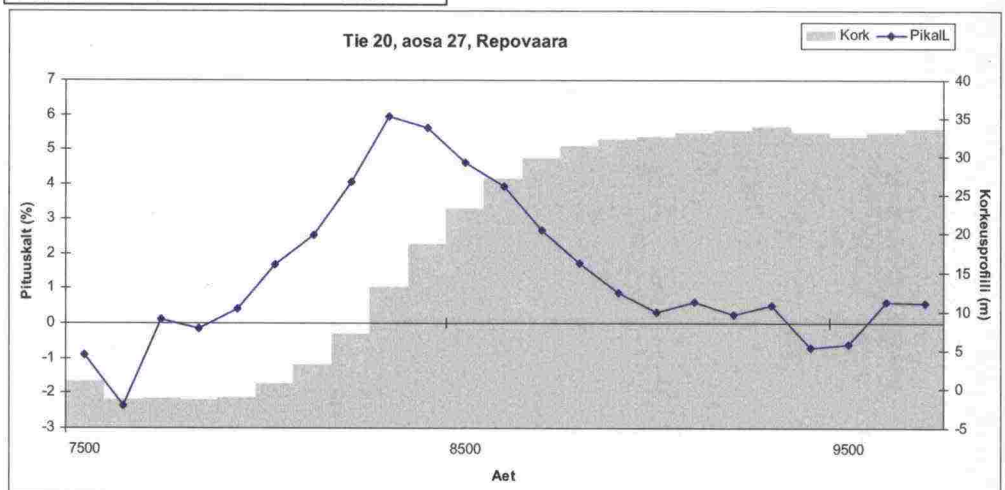


Tie 20, aosa 27 / Repovaara

Tiepiiri	O
Hoitourakka	Pudasjärvi-Taivalkoski
Tieosoite alku	20/27/7900
Mäen pituus	1500
Hoitoluokka	Ib
Päällysteen leveys	8,5 m
Talvinopeusrajoitus	100 km/h
KVL	1864
KVLR	208

Ongelman kuvaus:

Raskas liikenne jää jumiin mäkeen ja aiheuttaa sujuvuusongelmia. Ongelmat painottuvat viikonloppuihin runsaan turistiliikenteen vuoksi. Ongelmat esiintyvät tyypillisesti lämpötilan ollessa -5 ... 0 asteen välillä ja alijäähtyneen vesisateen yhteydessä.



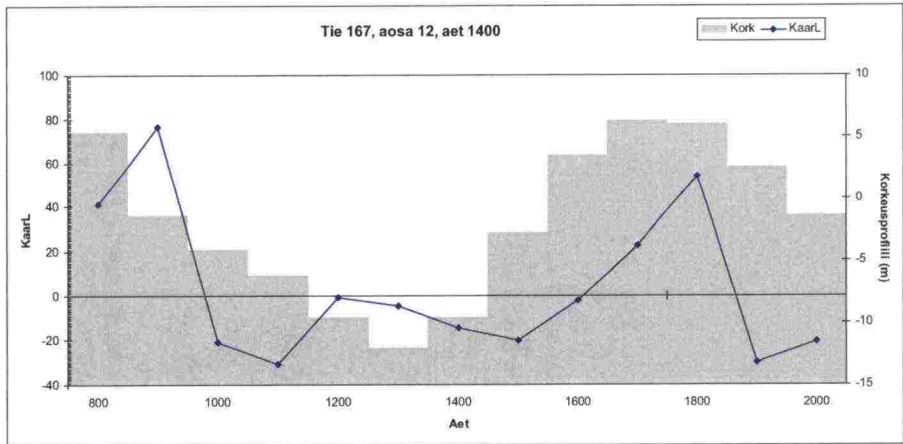
Seututeiden mäet

Tie 167, aosa 12, aet 1400

Tiepiiri	U
Hoitourakka	Itä-Uusimaa
Tieosoite alku	167/12/1400
Mäen pituus	400
Hoitoluokka	I
Päällysteen leveys	6,5 m
Talvinopeusrajoitus	70 km/h
KVL	655
KVLR	99

Ongelman kuvaus:
Mäki, johon raskas liikenne juuttuu helposti. Tie on geometrialtaan pienipiirteinen, sijaitsee lämpötilojen vaihtelualueella ja ohituspaikkoja ei juuri ole. Tiellä on paljon raskasta linjaliikennettä kuten hiilikuljetuksia.

Mäkeä edeltää alamäessä oleva jyrkkä kaarre. Mäki on suhteellisen jyrkkä, mutta ei eroa pituuden osalta merkittävästi muista vastaavan tiestön mäistä.



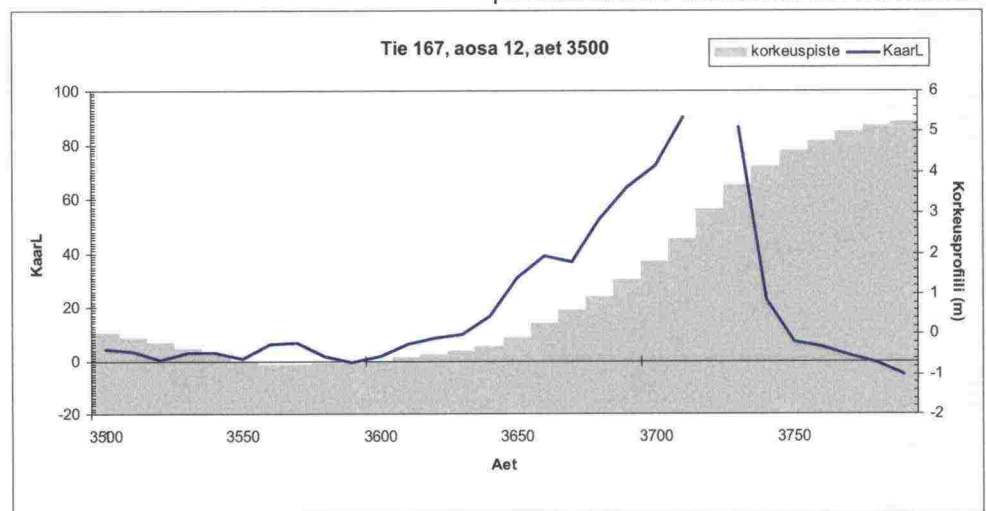
Tie 167, aosa 12, aet 3500

Tiepiiri	U
Hoitourakka	Itä-Uusimaa
Tieosoite alku	167/12/3500
Mäen pituus	200
Hoitoluokka	I
Päällysteen leveys	6,5 m
Talvinopeusrajoitus	70 km/h
KVL	655
KVLR	99

Ongelman kuvaus:

Mäen ja mutkan yhdistelmä, jossa täysperävaunullista ajoneuvoa on vaikea pitää kaistalla. Tie on geometrialtaan pienipiirteinen, sijaitsee lämpötilojen vaihtelualueella ja ohituspaikkoja ei juuri ole. Tiellä on paljon raskasta linjaliikennettä kuten hiilikuljetuksia.

Mäkeen osuva kaarre on suhteellisen jyrkkä. Mäen pituus ja pituuskaltevuus eivät poikkea muista vastaavan tiestön mäistä.



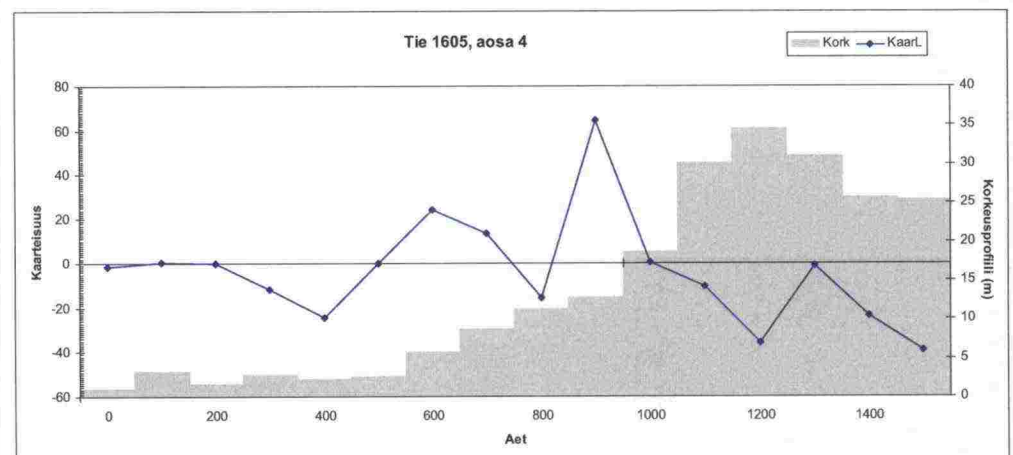
Tie 1605, aosa 4, aet 500

Tiepiiri	U
Hoitourakka	Itä-Uusimaa
Tieosoite alku	167/4/500
Mäen pituus	700 m
Hoitoluokka	Ib
Päällysteen leveys	6,5 m
Talvinopeusrajoitus	60 km/h
KVL	635
KVLR	31

Ongelman kuvaus:

Ylämäki, johon raskaat ajoneuvot juuttuvat usein aiheuttaen sujuvuusongelmia.

Mäki on melko pitkä ja siihen liittyy jyrkkä kaarre. Viettokaltevuus ylittää 10 % ohjearvon. Poikkeama on muuhun vastaavaan tiestöön nähden huomattavan suuri.



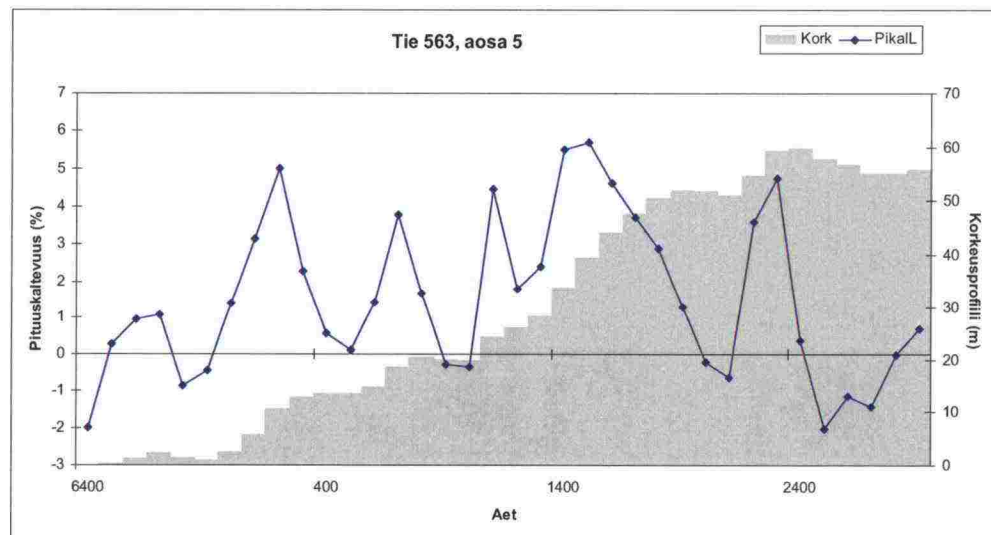
Tie 563, aosa 5, aet 0

Tiepiiri	SK
Hoitourakka	lisalmi
Tieosoite alku	563/5/0
Mäen pituus	900 m
Hoitoluokka	II
Päällysteen leveys	6,6 m
Talvinopeusrajoitus	80 km/h
KVL	668
KVLR	59

Ongelman kuvaus:

Ylämäki, johon raskaat ajoneuvot juuttuvat usein aiheuttaen sujuvuusongelmia.

Mäki on suhteellisen pitkä ja pituuskaltevuus saa suuria arvoja.



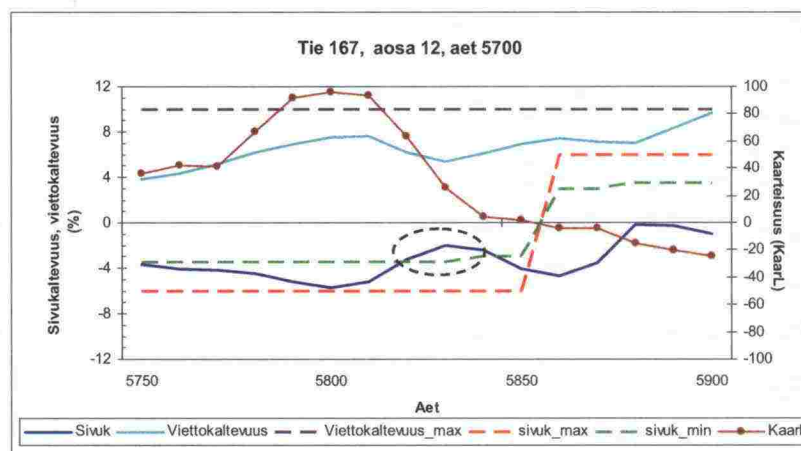
Seutu- ja yhdysteiden kaarteet

Tie 167, aosa 12, aet 5700

Tiepiiri	U
Hoitourakka	Itä-Uusimaa
Tieosoite alku	167/12/5700
Tieosoite loppu	167/12/5900
Hoitoluokka	I
Päällysteen leveys	6,5
Talvinopeusrajoitus	70 km/h
KVL	655
KVLR	99

Ongelman kuvaus:

Vaikea kaarre geometrialtaan pienipiirteisellä tiellä. Tiellä on paljon raskasta linjaliikennettä kuten hiilikuljetuksia. Kaarteisuus on poikkeavan suurta ja sivukaltevuus alittaa suunnitteluohjeiden mukaisen minimin kaarteiden loppuosassa.

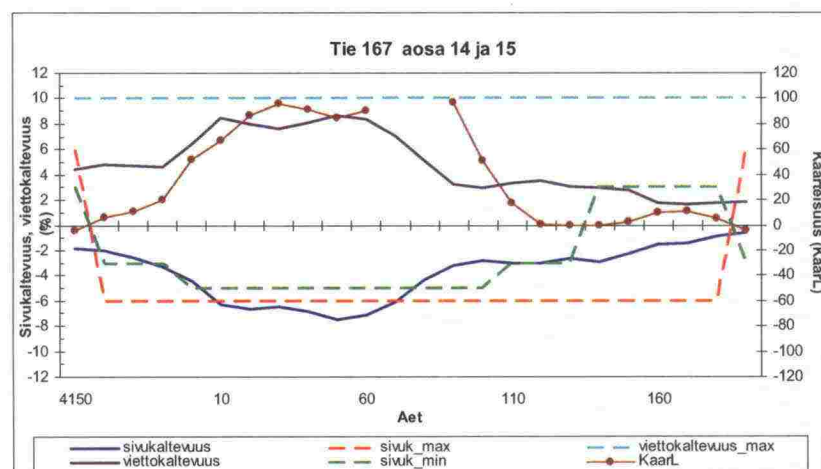


Tie 167, aosa 14, aet 4100

Tiepiiri	U
Hoitourakka	Itä-Uusimaa
Tieosoite alku	167/14/4100
Tieosoite loppu	167/15/120
Hoitoluokka	I
Päällysteen leveys	6,5 m
Talvinopeusrajoitus	70 km/h
KVL	655
KVLR	99

Ongelman kuvaus:

Vaikea mutka geometrialtaan pienipiirteisellä tiellä. Tiellä on paljon raskasta linjaliikennettä kuten hiilikuljetuksia. Sivukaltevuus ylittää ensin suunnitteluohjeiden maksimiarvon ja alittaa sitten ohjearvon mukaisen minimin kaarteiden loppuosassa.



Pienipiirteiset seututiet

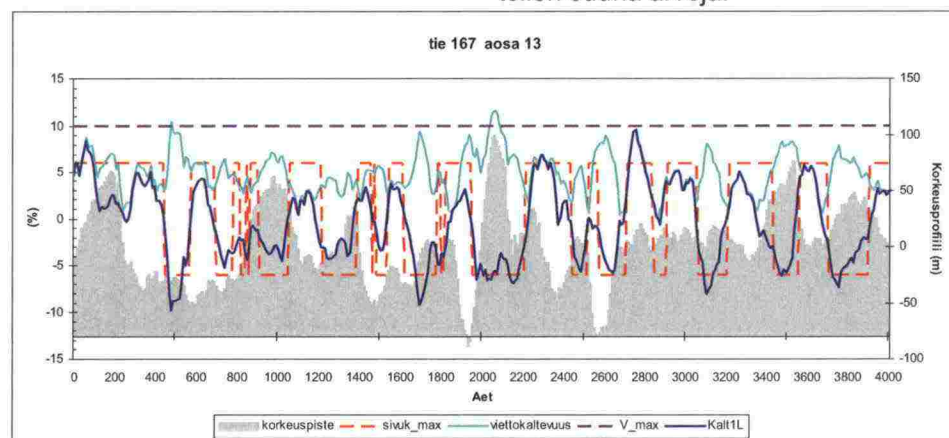
Tie 167, aosa 12 - 15

Tiepiiri	U
Hoitourakka	Itä-Uusimaa
Tieosoite alku	167/12/0
Tieosoite loppu	167/15/3337
Hoitoluokka	I
Päällysteen leveys	6,5 – 9,5 m
Talvinopeusrajoitus	70 km/h
KVL	655 – 1040
KVLR	99 - 118

Ongelman kuvaus:

Geometrialtaan pienipiirteinen tie, jolla on paljon kaarteisuuden ja mäkisyyden vaihteluita. Geometrian takia raskaan liikenteen nopeus laskee aiheuttaen sujuvuusongelmia. Tie sijaitsee lämpötilojen vaihtelualueella ja sillä kulkee paljon raskasta linjaliikennettä kuten hiilikuljetuksia.

Sivukaltevuuden ja viettokaltevouden ohjearvot ylittyvät satunnaisesti. Myös kaarteisuudessa ja pituuskaltevuudessa esiintyy paikoitellen suuria arvoja.

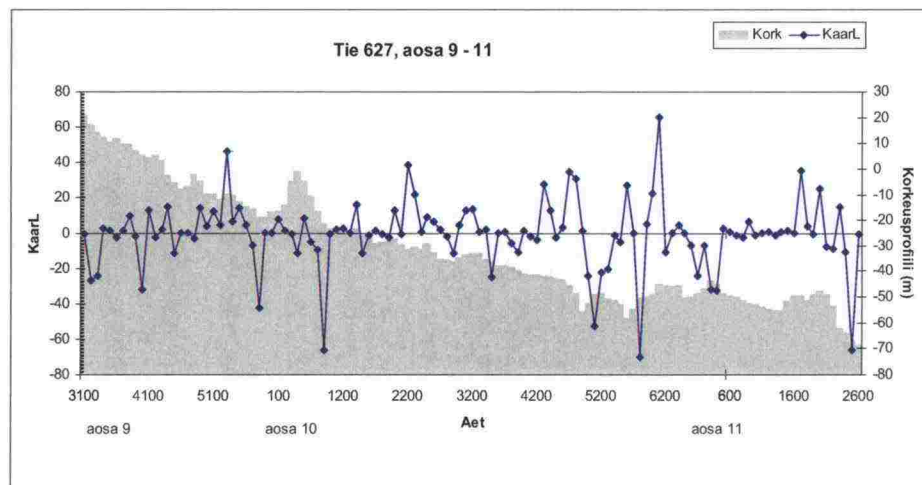
Tie 627, aosa 9 - 11

Tiepiiri	KeS
Hoitourakka	Äänekoski
Tieosoite alku	627/9/3100
Tieosoite loppu	167/11/2685
Hoitoluokka	II
Päällysteen leveys	6,5 m
Talvinopeusrajoitus	60 km/h
KVL	764 – 1137
KVLR	44 - 78

Ongelman kuvaus:

Geometrialtaan pienipiirteinen tie, jolla on paljon vaak- ja pystygeometrian vaihteluita. Geometrian takia raskaan liikenteen nopeus laskee aiheuttaen sujuvuusongelmia.

Sivukaltevuuden ja viettokaltevouden ohjearvot ylittyvät satunnaisesti. Myös kaarteisuudessa ja pituuskaltevuudessa esiintyy paikoitellen suuria arvoja.



Valta- ja kantateiden muutoskohdat

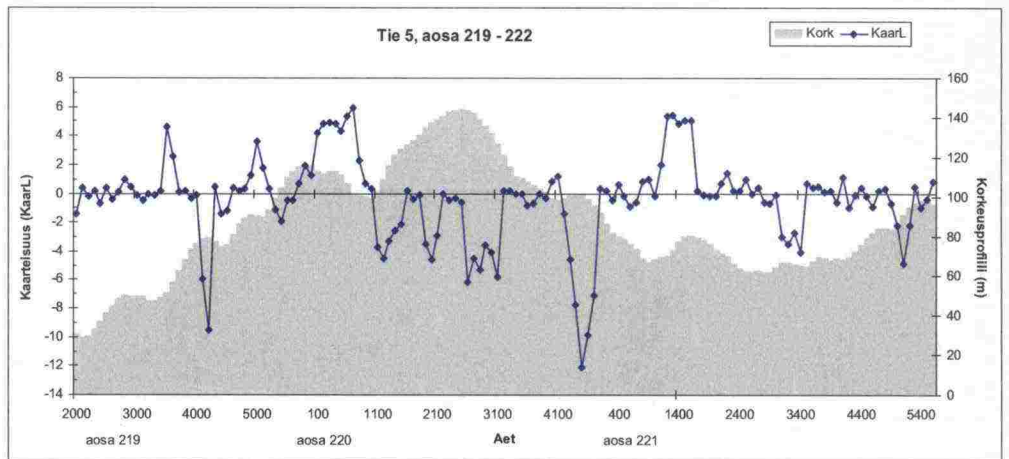
Tie 5, aosa 219 – 222

Tiepiiri	SK
Hoitourakka	lisalmi
Tieosoite alku	5/219/2000
Tieosoite loppu	5/222/5660
Hoitoluokka	lb
Päällysteen leveys	7,5 m
Talvinopeusrajoitus	80 km/h
KVL	3335
KVLR	331

Ongelman kuvaus:

Poikkileikkaus kapenee tieosalla 291 ja hoitoluokka muuttuu luokasta I luokkaan lb. Myös tien pysty- ja vaakageometria huononee. Ras-
kas liikenne jää jumiin pitkiin mäkiin ja aiheut-
taa sujuvuusongelmia.

Tieosuudella on muutamia suhteellisen suuria
kaarteisuusarvoja ja pitkiä ylämäkiosuuksia.

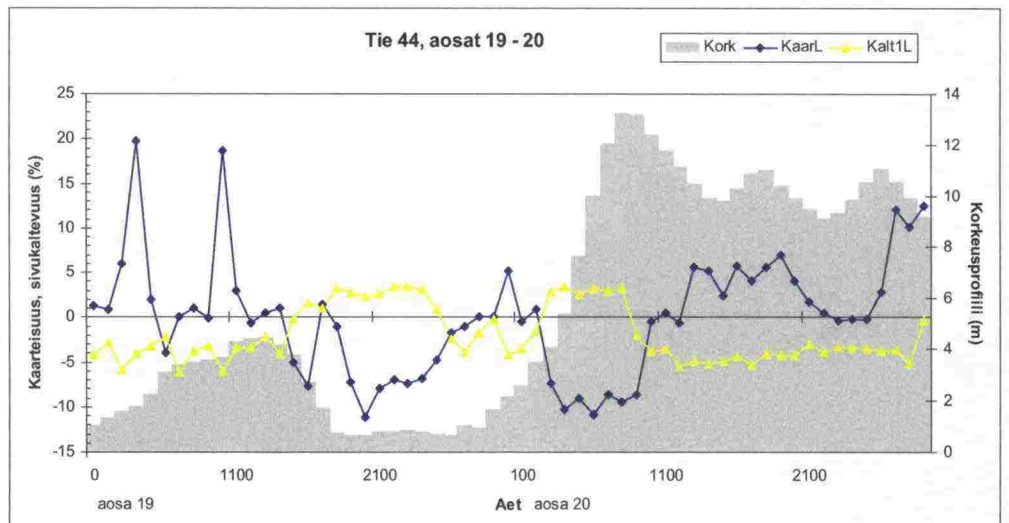


Tie 44, aosa 19 – 20

Tiepiiri	T
Hoitourakka	Kankaanpää
Tieosoite alku	44/19/0
Tieosoite loppu	4/20/2900
Hoitoluokka	I
Päällysteen leveys	8,0 m
Talvinopeusrajoitus	80 km/h
KVL	1319 - 1929
KVLR	203 - 212

Ongelman kuvaus:

Hyväkuntoinen tieosuus, jolla on 12 km mittai-
nen kapeampi ja huonokuntoinen ongelma-
kohta. Tieosuudella on ongelmia vaakageo-
metriassa, painumia ja sivukaltevuuspuutteita.
Päällyste on purkautunut ja huonokuntoinen.
Tieosuudelle on jouduttu asettamaan 60 km/h
nopeusrajoituksia. Tiellä on muutama suhteel-
lisen jyrkkä kaarre.



Valta- ja kantateiden huono geometria

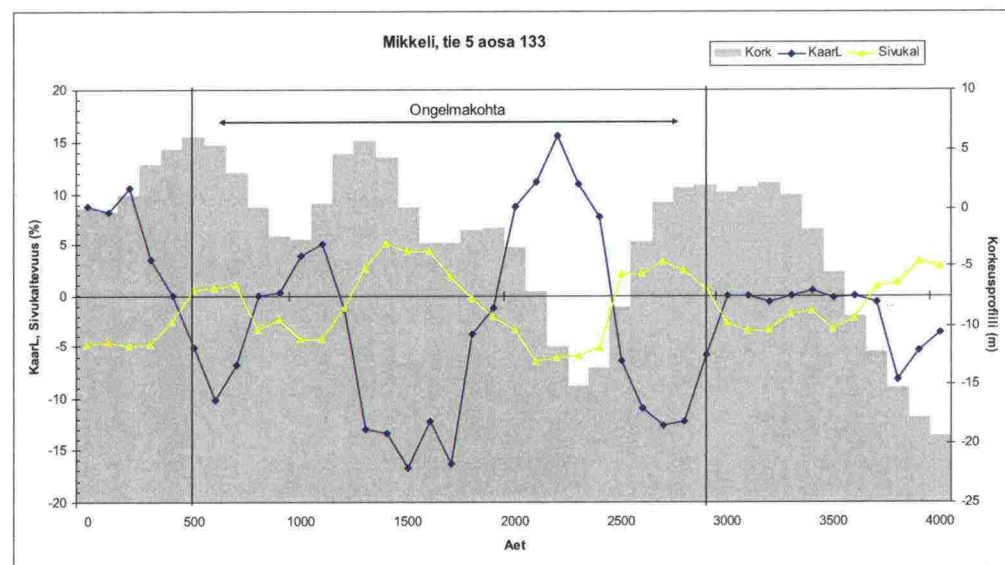
Tie 5, aosa 133

Tiepiiri	KaS
Hoitourakka	Mikkeli
Tieosoite alku	5/133/500
Tieosoite loppu	5/133/2900
Hoitoluokka	Ib
Päällysteen leveys	8,5 m
Talvinopeusrajoitus	80 km/h
KVL	1864
KVLR	208

Ongelman kuvaus:

Ongelmana on tieosuuden poikkeuksellisen huono geometria tien muuhun linjaukseen nähden. Kohdassa sattuu usein liikenneonnettomuuksia.

Tieosalla on lyhyellä matkalla suhteellisen jyrkkiä kaarteita. Lisäksi esiintyy lieviä sivukaltevuuspuutteita ja myös viettokaltevuuuden ohjearvo ylittyy paikoitellen.



ISSN 1457-9871
ISBN 978-952-221-190-3
TIEH 3201128